APRENDIZADO ATIVO NO ENSINO DE BOTÂNICA

ORGANIZADORES

DIEGO T. VASQUES

KELMA C. DE FREITAS

SUZANA URSI

APRENDIZADO ATIVO NO ENSINO DE BOTâNICA

ORGANIZADORES

DIEGO T. VASQUES

KELMA C. DE FREITAS

SUZANA URSI

ILUSTRAÇÃO DE CAPA

DIEGO T. VASQUES

PROJETO GRáFICO E DIAGRAMAÇÃO

NATALLI TAMI KUSSUNOKI

FICHA CATALOGRáFICA ELABORADA PELO SERVIÇO DE BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS DA USP, COM OS DADOS FORNECIDOS PELOS AUTORES

A654 APRENDIZADO ATIVO NO ENSINO DE BOTâNICA / ORGANIZADORES DIEGO T. VASQUES, KELMA C. DE FREITAS, SUZANA URSI. -- SÃO PAULO : INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2021.

172 P. : IL.

ISBN: 978-65-88234-02-0

1. BOTâNICA (ESTUDO E ENSINO). 2. PLANTAS. 3. MORFOLOGIA VEGETAL. I. VASQUES, DIEGO T. II. FREITAS, KELMA C. DE III. URSI, SUZANA.

LC: QK45.2

ELABORADA POR ELISABETE DA CRUZ NEVES. CRB-8/6228

SUMÁRIO

PREFÁCIO 4

1 INTRODUÇÃO 7

2 CEGUEIRA BOTÂNICA E SUA MITIGAÇÃO: 12
UM OBJETIVO CENTRAL PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA
Suzana Ursi, Kelma Cristina de Freitas, Diego Tavares Vasques

3 PANORAMA DA ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS DE BOTÂNICA NOS DOCUMENTOS NORTEADORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA BRASILEIRA 31
Kelma Cristina de Freitas, Diego Tavares Vasques, Suzana Ursi

4 APRENDIZADO ATIVO 52
CONCEITO, HISTÓRIA E PRÁTICAS
Diego Tavares Vasques, Kelma Cristina de Freitas, Suzana Ursi

5 ATIVIDADE 1 83
RELAÇÕES ENTRE PLANTAS E SOLO
NUTRIÇÃO INORGÂNICA, ADAPTAÇÕES VEGETAIS PARA SUSTENTAÇÃO NO SOLO E RELAÇÕES COM O MEIO AMBIENTE
Gilberto Paiva, Larissa Aine do Nascimento, Maicon Alicrin da Silva, Nathalia Bonani, Paloma D. Rosa Cruz, Pedro Buss Martins

6 ATIVIDADE 2 100
CONDUÇÃO DE ÁGUA NAS PLANTAS
COMO OCORRE A CONDUÇÃO DA ÁGUA NAS PLANTAS?
Ana Maria Inácio de Oliveira, Janaina Conceição de Assis, Kelma Cristina de Freitas, Maila Beyer, Marcos Marchesi da Silva

7 ATIVIDADE 3 112
FORMA E FUNÇÃO EM PLANTAS
ENSINO DE MORFOLOGIA VEGETAL E PERCEPÇÃO BOTÂNICA POR MEIO DE METODOLOGIAS ATIVAS
Grayce Helena Souza Domiciano, Juliana Silva Nascimento de Novais

8 ATIVIDADE 4 136
CICLO DE VIDA DAS PLANTAS
Alan de Marco Barbosa, Eric Campos Vieira de Castro, Erika de Carvalho Prado Noronha Maximo, Jaqueline Alves Vieira, Marilia de Freitas Silva

GLOSSÁRIO 169

PREFáCIO

Paulo Takeo Sano
Departamento de Botânica
Instituto de Biociências
Universidade de São Paulo

Existem livros que foram esperados desde sempre. É como se tivéssemos, em nossa estante, um espaço reservado para uma obra que sempre quiséssemos que chegasse, como um convidado que desejamos ter em nossa companhia, como um amigo que nos vem contar novidades. É assim com **Aprendizado Ativo no Ensino de Botânica**.

Por meio de um texto fluido, de leitura agradável, a obra conduz seu leitor, sua leitora, a vários campos do Ensino de Botânica, permitindo vislumbrar cenários ora de ação, ora de reflexão. O livro começa pela importância do ensino e do aprendizado de Botânica no contexto do Ensino da Biologia. Para isso, contextualiza a chamada "Cegueira Botânica", conceito que tem tomado corpo nos últimos tempos, referindo-se à nossa pouca capacidade de perceber o mundo vegetal e, por conseguinte, de valorizá-lo. Nesse propósito, o texto vai além de uma simples narrativa do fenômeno e de suas consequências. Ele traz uma análise crítica do termo e de seus usos e, com isso, provoca, no leitor, a vivência prática da construção de um olhar crítico e analítico, tal como preconizamos para a interação professor – aluno.

Em seguida, a obra trata dos marcos legais referentes ao Ensino de Biologia e, neles, busca os conteúdos concernentes à Botânica. Também aqui, o texto não se prende a uma abordagem descritiva, mas crítica e indagativa, levando o professor a refletir sobre os porquês da presença e, sobretudo, das muitas ausências de temas botânicos e de suas abordagens no universo do Ensino de Ciências e de Biologia.

Criadas as indagações e inquietudes, o livro expõe possibilidades de novos horizontes, ao apresentar o conceito e as práticas do Aprendizado Ativo. Longe de ser prescritiva ou direcionadora, a obra dialoga com os professores tendo-os como seus parceiros, criando espaços para a reflexão e o estabelecimento de abordagens próprias e personalizadas. É assim também nos capítulos finais, em que temas específicos do ensino de Botânica, tais como fisiologia, morfologia e ciclos de vida dos vegetais são trabalhados por meio de Atividades Didáticas. Nelas, a professora e o professor encontrarão não apenas uma base sólida sobre a qual se apoiar, mas um trampolim, a partir do qual podem criar novas situações pedagógicas e ter ideias para outras práticas.

Um mérito do livro, que não pode deixar de ser mencionado, refere-se à sua construção. Fruto da interação de diferentes pesquisadoras e pesquisadores, em momentos diferentes de suas carreiras, com diversidade de olhares e origens, o texto alcança uma consonância que reflete, ao mesmo tempo, sua diversidade e sua unidade, esta última dada pelo interesse de todos, autoras e autores, em discutir, divulgar, promover e estimular o Ensino de Botânica. Assim mesmo: com letra maiúscula.

A leitora ou o leitor, ao percorrer as páginas do livro, deve deixar, pelo caminho, preconceitos e estereótipos ligados ao Ensino de Botânica, tais como aqueles que reproduzem discursos gastos e clichês, de que esse é um assunto enfadonho, difícil, desmotivador. Não é isso com que vai se deparar na obra. Ao contrário, encontrará textos instigantes, sedutores, capazes de levar a dois movimentos antagônicos e complementares: um olhar reflexivo, que a(o) leva a (re)pensar suas práticas pedagógicas e suas abordagens didáticas; e um olhar expansivo, aberto, gerador de novas ideias e práticas.

Tenho trabalhado intensamente com formação de professores. Ao longo desses anos, nas incontáveis partilhas de experiências e trocas de expectativas, tem se tornado cada vez mais premente a necessidade de discussão e renovação do Ensino de Biologia e, nele, especificamente, do Ensino de Botânica. Nesse contexto, **Aprendizado Ativo no Ensino de Botânica** não apenas cumpre admiravelmente o papel de trazer o tema para nossas práticas e

conversas, como vem ao encontro de anseios longamente cultivados; como uma planta que a gente espera dar flor e, em dado instante, oferece o encantamento do que trabalhou na quietude.

Vivemos no país detentor da maior diversidade vegetal do planeta. Além de orgulho, essa realidade deve ser, também, motivo de responsabilidade na formação de cada cidadã, cada cidadão, em toda sala de aula. Ensinar Botânica, portanto, vai além dos processos, dos fenômenos e das estruturas morfológicas. Passa por tudo isso, sem qualquer dúvida, mas leva a muito mais. Leva à construção da identidade de uma nação que se (re)conheça como megadiversa, capaz de valorizar e de conservar tal herança. Tudo isso, o Ensino de Botânica proporciona.

Desejo que a leitura dessas páginas, mais do que instrução, traga também inspiração para professoras e professores para que se sintam motivados a empreender a aventura gratificante e desafiadora que é possibilitar, aos alunos e às alunas, a apreensão e a compreensão do mundo em que vivem, no qual as plantas, longe de ser cenário, são também protagonistas.

Uma boa e frutífera leitura!

1 Introdução

A Biologia corresponde ao ramo da ciência dedicado ao estudo da vida. As origens dessa disciplina datam da época de Aristóteles na Grécia, quando os primeiros textos sobre diversidade animal e vegetal são reportados. A disciplina de Biologia é, por natureza, muito ampla e acaba abraçando diferentes práticas e conteúdos, muitas vezes se misturando com outras áreas de estudo. Com o passar dos anos, o conhecimento Biológico se expandiu, de forma que hoje o estudo de Biologia é, muitas vezes, compartimentalizado em subáreas, tais como morfologia, anatomia, fisiologia, citologia, genética, ecologia e taxonomia. Tradicionalmente, tais subáreas de estudo em Biologia são ainda categorizadas de acordo com o grupo de organismos de interesse, como por exemplo, plantas para a Botânica, e animais para a Zoologia. Atualmente, os currículos de ensino de Biologia no Brasil para educação básica não trazem as vertentes da Botânica e Zoologia, por exemplo, como subáreas sugeridas para compartimentalização do ensino de Biologia e Ciências (BRASIL 1997; 2018). Ao invés disso, essas subáreas permeiam os grandes temas que organizam as diretrizes, sejam por tópicos referentes a meio ambiente, evolução, ou saúde pública.

No entanto, o professor (ator fundamental no processo de ensino) precisa dos conhecimentos referentes a essas subáreas para poder de fato criar um ambiente crítico de ensino. Não é possível ensinar, por exemplo, o que são níveis tróficos na cadeia alimentar sem explorar os diferentes grupos taxonômicos envolvidos no processo; ou ministrar uma aula sobre estrutura celular sem entender que células de plantas, animais e fungos tem estruturas distintas que atendem a diferentes nichos e ecologias. Assim, apesar dos currículos nacionais trazerem uma proposta integrativa para o tratamento de disciplinas de Ciências, o dia a dia do professor exige sistematização de conteúdos, o que muitas vezes vai em direção as subáreas de conhecimento dentro da Biologia. Neste contexto, conhecimentos específicos nestas subáreas, assim como conhecimento de como ensinar esses conteúdos, são de extrema importância para a formação do professor no Brasil.

Dentre as subáreas da Biologia que se enquadram nesta conversa, a Botânica — a subárea responsável pelo estudo da diversidade vegetal — é muitas vezes negligenciada no processo de desenho de currículos em Ciências e Biologia. Razões para isso são diversas, incluindo pouco acesso a materiais didáticos, pouco conhecimento em botânica por parte dos educadores e também pouca discussão sobre a importância de se incluir de forma mais ativa a botânica nos currículos. O Brasil é um país de dimensões continentais e abriga uma variedade de biomas única no planeta. Isso resulta numa enorme diversidade de formas de vida, muitas das quais endêmicas ao país (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). De acordo com o projeto Flora do Brasil 2020 (REFLORA 2020), 49.201 espécies de plantas terrestres são reconhecidas para a flora nacional. Este número corresponde a 10% das 500.000 correspondentes ao total número de espécies vegetais estimadas no mundo (CORLETT 2016). Não compreender essa diversidade não só afeta o ensino de Ciências no Brasil, como também impõem riscos a preservação desse patrimônio natural nosso.

Por essas razões, entendemos que a botânica é uma área de extrema relevância dentro da Biologia e queremos incentivar o ensino em todas as etapas do processo educacional. Os organizadores deste livro são biólogos que atuam na área de botânica por meio de pesquisa, ensino e extensão. Diego Tavares Vasques é formado pela Universidade de São Paulo (USP) em Biologia, e é mestre e doutor pela Universidade de Tóquio (Japão) em Ciências, sendo atualmente docente desta universidade. Kelma Cristina de Freitas possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista

Júlio de Mesquita Filho (UNESP) e mestrado em Fisiologia Geral pela USP. Atualmente, faz doutorado em Ensino de Ciências (área de Biologia) pelo Programa Interunidades de Ensino de Ciências na USP e é docente no Instituto Federal de São Paulo (IFSP), campus Itaquaquecetuba. Suzana Ursi graduou-se em Ciências Biológicas pela USP, e é mestre em Botânica e doutora em Ciências pela mesma universidade, com partes do trabalho desenvolvidas nas Universidade de Upssala e Estocolmo (Suécia). Atualmente é docente da USP, coordenando o grupo de pesquisa BotEd (Botânica na Educação, IBUSP).

O projeto que deu origem a este livro começou em 2017 e corresponde a um trabalho cooperativo entre os três organizadores. A ideia original do projeto foi trazer conceitos de Aprendizado Ativo para o ensino de conteúdos e práticas especificas a área de Botânica. Em 2017, um workshop foi realizado com alunos do instituto de Biociências da USP (IBUSP), com o objetivo de desenhar aulas de botânica incluindo metodologias ativas (VASQUES & URSI 2020). O workshop foi muito produtivo para ambos organizadores e participantes. Em 2019, realizamos uma nova versão expandida do workshop, agora em formato de disciplina de pós-graduação no IB USP. Os alunos participantes da disciplina foram, então, convidados a atuarem como co-autores desta publicação. Os trabalhos entregues pelos alunos durante a disciplina foram revisados e editados neste livro, juntamente com novos capítulos originais.

Iniciamos a obra, no capítulo 2, abordando a importância de ensinar e aprender sobre Botânica, conceituando a Cegueira e o Analfabetismo Botânicos e refletindo sobre a necessidade de sua mitigação. Discutimos algumas possibilidades para tal empreitada, enfocando principalmente a formação de professores, visto que o desenvolvimento deste livro nasce de uma iniciativa desta natureza. Ainda, refletimos sobre a necessidade da aproximação dos professores com as metodologias de aprendizado ativo, que podem se constituir como importante auxílio na busca do ensino de Botânica de qualidade que desejamos.

No capítulo 3, visitamos vários dos currículos nacionais em Ciências para investigar de que forma e com qual profundidade os conteúdos específicos a Botânica são explorados. Ao ler este capítulo, o(a) leitor(a) perceberá que conteúdos específicos a Botânica são, em geral, pouco explorados nos currículos, de forma que o professor acaba ficando desamparado quando frente a necessidade de abordar tais conteúdos em suas aulas. Neste cenário, a qualidade do ensino de conteúdos de botânica fica à mercê do conhecimento prévio do professor e da disponibilidade e alcance de recursos didáticos.

Entendemos aqui que nosso papel como organizadores deste livro é de completar parte dessa lacuna dos currículos, provendo professores com alguns materiais de qualidade científica e de fácil acesso para o ensino de botânica.

No capítulo 4, trazemos então uma modesta revisão histórica e de conteúdo das chamadas metodologias de ensino ativo. Estas metodologias têm sido desenvolvidas para diferentes áreas e objetivos de ensino, e materiais específicos a botânica ainda são poucos. Neste capítulo, o(a) leitor(a) irá entender as origens dessas metodologias, além das razões pelas quais pesquisadores e professores as desenvolveram. Além disso, o capítulo traz exemplos e demonstrações de algumas destas metodologias, de forma que o(a) leitor(a) possa usar como uma referência para desenho de aulas.

Os trabalhos desenvolvidos pelos alunos em nossa disciplina de 2019 são apresentados nos capítulos seguintes. Cada grupo responsabilizou-se por um capítulo, que foi cuidadosamente revisado pelos organizadores e as metodologias ativas são demonstradas de forma clara e detalhada. O objetivo desses capítulos, e do livro como um todo, é prover professores das redes pública e privada do Brasil com materiais cientificamente coerentes, de livre acesso e de fácil compreensão para o desenvolvimento de aulas em botânica. Enfatizamos, no entanto, que esses não são manuais ou planos de aula prontos. As metodologias ativas de ensino são bastante dependentes do contexto em que os conteúdos são ensinados, assim como os objetivos a serem alcançados. Portanto, os materiais disponíveis neste livro devem ser vistos como ponto de partida para que o professor possa trabalhar, em conjunto com a sua unidade de ensino e com seus alunos, conteúdos inovadores e específicos as suas necessidades. Esperamos que esta publicação estimule que mais professores discutam sobre tópicos de botânica em suas aulas, seja por meio de metodologias de ensino ativas ou não. Esperamos também que os materiais aqui disponibilizados estimulem a criatividade de professores e os motivem a criar e recriar materiais e conteúdos nessa área do conhecimento que tanto amamos: a Botânica!

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais. Introdução aos parâmetros curriculares nacionais.** Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria do Ensino Fundamental, 1997

Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/ acesso em 02/09/2019.

CORLETT, R. T. **Plant diversity in a changing world: status, trends, and conservation needs**. *Plant Diversity*, 38(1), 2016. p. 10-16.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade Brasileira.** Disponível em: https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira. Acesso em: 23 ago. 2020.

REFLORA. **Flora do Brasil 2020 under construction**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/. Acesso em: 23 ago. 2020

VASQUES, D. T.; URSI, S. **Active Learning of Plants Biology — Report on an Effort to Educate Science Teachers in Brazil.** In: *9th International Conference New Perspectives in Science Education Proceedings*. Filodiritto Editore, 2020. p. 401-405.

2

Cegueira Botânica e sua mitigação: um objetivo central para o processo de ensino-aprendizagem de Biologia

Refletindo sobre a Cegueira Botânica: definição, sintomas e causas

SUZANA URSI
SUZANAURSI@USP.BR
Departamento de Botânica
Instituto de Biociências
Universidade de São Paulo

KELMA CRISTINA DE FREITAS

DIEGO TAVARES VASQUES

Convidamos você, nosso leitor, a observar a fotografia apresentada na **FIGURA 1**. Em seguida, responda à questão: O que você vê na imagem?

Provavelmente, a resposta inicial da maioria das pessoas seria que vê um sagui ou um pequeno macaco/primata. Possivelmente, alguns também incluiriam algo sobre a atividade realizada por esse sagui ou sobre o cenário no qual ele está inserido, como: "Vejo um sagui andando na árvore",

FIGURA 1 Imagem para exercício de observação e descrição. Fotografia de organismos da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

FIGURA 2 Detalhe de folhas da espécie *Microgramma squamulosa.*

"Vejo um sagui na floresta". Não é esperado que essas sejam respostas típicas daqueles interessados em Botânica e seu ensino, o que deve ser o caso de nossos leitores, como você. Assim, além do sagui, você também deve ter observado uma rica biodiversidade vegetal, que deve ser valorizada e não apenas ser considerada parte da paisagem, do cenário para a biodiversidade animal. Podemos observar parte de uma árvore, bem como muitos musgos sobre esse tronco e alguns tipos de samambaias. Uma dessas plantas sobre o tronco, da espécie *Microgramma squamulosa*, possui, inclusive, um padrão de nervação de folhas considerado um dos mais belos entre as plantas (**FIGURA 2**).

A chamada "Cegueira Botânica" está intimamente associada ao exercício de observação que acabamos de propor. Tal termo foi introduzido pelos estadunidenses James H. Wandersee e Elisabeth E. Schussler em 1998, durante a 3ª Reunião Anual de Associados do 15° Laboratory (Louisiana State University), descrito como um laboratório de pesquisas sobre cognição visual e desenvolvimento para o aprimoramento do Ensino de Biologia e Botânica. O nome do laboratório ("15° Laboratory", ou "Laboratório 15 graus", em tradução direta) ressalta a determinação experimental de que os indivíduos preferem ver objetos que se encontram entre 0° a 15° abaixo ou acima da linha horizontal imaginária que representa seu próprio nível de olho. Os participantes do laboratório destacam a intenção de que a escolha ilustre a aplicação de princípios sólidos de percepção visual, cognição visual, teoria do aprendizado de ciências e representação do conhecimento à sua pesquisa, que também visa o desenvolvimento de abordagens de instrução visual que melhorem o aprendizado de ciências dos alunos e a compreensão pública das ciências da vida (como destacado em http://www.15degreelab.com).

A partir daquela reunião de 1998, uma nova teoria foi sendo desenvolvida e, em 2001, os autores apresentaram, no reconhecido periódico *Plant Science Bulletin*, o artigo intitulado "Rumo a uma teoria de Cegueira Botânica", delimitando o termo, construindo argumentos a favor da teoria e apresentando possíveis causas e consequências do fenômeno (WANDERSEE; SCHUSSLER, 2001). Os autores destacam que cunharam o termo por acreditarem que o estado de desatenção e sub-representação de plantas, não apenas no ensino de Biologia, mas na sociedade dos Estados Unidos da América em geral, poderiam ser melhor explicados pelo uso de princípios de percepção e cognição humana baseados em pesquisas do que por hipóteses relacionadas a vieses e deficiências no ensino, descritas anteriormente por autores como Bozniak (1994) e Hersey (1993, 1996). Uma evidência dessa negligência com as plantas

no âmbito educacional refere-se às situações em que professores de Biologia com afinidade extrema pela Zoologia (*i.e.*, *zoochauvinismo*) fazem uso frequente de exemplos com animais para explicar conceitos e princípios básicos da Biologia (exemplos *zoocêntricos*).

Assim, podemos ressaltar que, em sua origem, o termo Cegueira Botânica refere-se a um fenômeno que estaria mais relacionado com questões sensoriais e cognitivas do que sociais, relacionadas à educação biológica, especialmente botânica. Wandersee e Schussler (2001) relatam ainda que gostariam de apresentar um termo livre de conotações inadequadas acumuladas ao longo do tempo, bem como que pudesse ser utilizado para nomear um fenômeno anterior a problemas relacionados à aprendizagem, que dele seriam resultantes. Mais uma vez, fica claro que, para os autores, a Cegueira Botânica é um fenômeno sensório-cognitivo anterior às questões de ensino-aprendizagem.

Tais esclarecimentos são importantes pois, na literatura sobre Cegueira Botânica, muitas vezes aplica-se o termo embutindo em sua definição também alguns de seus inúmeros sintomas. Assim, vale retomar os trabalhos originais de Wandersee e Schussler (1999, 2001), visando reconhecer e diferenciar tais aspectos. Ressaltamos que, na literatura em português, por vezes, alguns sintomas têm sido privilegiados e outros omitidos ou traduzidos de forma que não consideramos adequada. Revisitamos o trabalho original e fizemos esse trabalho de tradução cuidadosa de todos os aspectos trazidos pelos autores (**TABELA 1**).

Pontuada a definição e os efeitos da Cegueira Botânica, vale também pensarmos em suas possíveis causas. Baseando-se em referências emblemáticos do campo da percepção e cognição, como os livros "Perception and imaging" (ZAKIA, 1997) e "Inattentional blindness" (MACK & ROCK, 1998), Wandersee e Schussler (2001) apresentam alguns princípios da percepção visual que podem explicar a Cegueira Botânica, incrementando a argumentação em favor de sua teoria. Podemos, com a ajuda desses autores, identificar implicações práticas para a percepção das plantas, como exemplificado na **TABELA 2**.

TABELA 1

Definição e sintomas da Cegueira Botânica, conforme apresentado em artigos de Wandersee e Schussler (1999, 2001), com tradução e destaques dos autores.

CEGUEIRA BOTÂNICA	
DEFINIÇÃO	**Incapacidade de enxergar ou notar as plantas em seu próprio ambiente, acarretando:** • incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e para o cotidiano dos seres humanos; • incapacidade de apreciar os aspectos estéticos e biologicamente únicos das formas de vida pertencentes ao Reino das Plantas; • comparação equivocada, em uma concepção antropocêntrica, das plantas como inferiores aos animais, levando à conclusão errônea de que plantas são seres inferiores e, portanto, menos dignos da atenção/valorização humana.
SINTOMAS	a. **Não perceber** e prestar atenção às plantas no seu cotidiano. b. Pensar que as plantas são apenas **cenário** para a vida animal. c. **Compreender de modo equivocado as necessidades vitais das plantas**, em termos de matéria e energia. d. **Negligenciar** a importância das plantas nas atividades cotidianas. e. **Não perceber as diferenças de escala de tempo** das atividades dos animais e das plantas. f. **Não vivenciar experiências práticas** de cultivo, observação e identificação com plantas da sua região. g. **Não saber explicar** aspectos científicos básicos sobre as plantas de sua região, como crescimento, nutrição, reprodução e características ecológicas. h. **Falta de consciência** sobre o papel fundamental das plantas para um ciclo biogeoquímico chave em nosso planeta: o ciclo do carbono. i. Ser **insensível** a características estéticas das plantas e suas estruturas únicas, especialmente em relação a adaptações, coevolução, cores, dispersão, diversidade, hábitos de crescimento, odores, tamanhos, sons, espaço, força, simetria, texturas e gostos.

TABELA 2

Alguns princípios da percepção visual humana que podem explicar a Cegueira Botânica, segundo Wandersee e Schussler (2001), e implicações práticas a eles relacionadas para a percepção das plantas pelos seres humanos.

PRINCÍPIO 1

Os humanos podem reconhecer visualmente apenas aquilo que já conhecem. A desatenção pode se tornar atenção quando um objeto ou evento ganha significado. Muitas vezes, vemos o que esperamos ver, pois tal atividade não envolve apenas os olhos, mas sim o sistema olho-cérebro

IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Se as pessoas tendem a ter pouca familiaridade e conhecer pouco a biodiversidade vegetal e suas peculiaridades, faz sentido uma baixa percepção em relação a tais organismos. Especialmente com o fenômeno da urbanização, boa parte da população mundial se enquadra nessa situação na atualidade.

Duas pessoas podem olhar exatamente a mesma paisagem, porém, aquela mais treinada e mais interessada na biodiversidade vegetal será, provavelmente, capaz de perceber uma maior variedade de plantas, estruturas e modos de vida.

Meme de internet.

PRINCÍPIO 2

Se os membros de um conjunto de objetos não são suficientemente distintos de seu entorno, eles se misturam e nada é percebido conscientemente. Vê-los e percebê-los torna-se um desafio de detecção visual maior se comparado ao que ocorre com objetos dinâmicos e bem definidos, destacados de seu entorno. Ainda, humanos tendem a ficar entediados e se acomodarem quando olham uma cena relativamente constante por muito tempo.

IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

As plantas, quando não apresentam estruturas vistosas (como brácteas, flores e frutos, com suas incríveis formas, cores e texturas), são normalmente objetos estáticos no campo de visão do observador. A homogeneidade cromática, espacial e textural, bem como a sobreposição das folhas, torna a individualização difícil. Por exemplo, quando viajamos pelas estradas rumo ao litoral paulista, árvores sem flores, incluindo os Manacás (*Tibouchina mutabilis*) podem até passar desapercebidas. No entanto, quando essa linda planta nativa da Mata Atlântica está repleta com suas flores vistosas, fica quase impossível não detectar os espécimes.

Vista da Serra do Mar e detalhe do Manacá

PRINCÍPIO 3

A proximidade estática é uma indicação visual que humanos usam para agrupar objetos em categorias visuais.

IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Gramado com criança e detalhe de uma espiga.

Muitas vezes, espécimes de plantas crescem próximos uns dos outros, seja naturalmente ou em cultivos, e raramente se movem bruscamente, em tempos e proporções percebidos facilmente pelo ser humano (exceto quando interagem com animais ou agentes como vento ou chuva). Assim, existe a tendência de perdermos a ênfase nos indivíduos, com seu conjunto sendo rotulado simplesmente como "plantas" ou, como falamos de forma corriqueira aqui no Brasil: "É tudo mato". Quando estamos observando um gramado no qual se desenvolve alguma atividade, como um piquenique ou uma criança brincando, raramente paramos para pensar nas gramíneas que compõem a cena.

PRINCÍPIO 4

A visão humana opera para minimizar o gasto energético. Estima-se que a cada segundo, os olhos geram mais de 10 milhões de bits de dados para processamento visual, mas o cérebro extrai apenas cerca de 40 bits e processa totalmente apenas os 16 bits que alcançam nossa atenção consciente. Assim, elementos aos quais atribuímos um nível de baixa prioridade podem ser descartados, tornando o processamento visual mais fácil.

IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

As plantas são tipicamente elementos não ameaçadores de um ecossistema e o contato acidental com elas não traria consequências drásticas, ou seja, não representariam um perigo eminente, recebendo menos atenção por parte dos humanos. No entanto, nossa percepção pode ser mais aguçada ao realizarmos uma trilha em uma região repleta de Embaúbas (gênero *Cecropia* ssp), que ocorrem em diversos biomas brasileiros e podem representar uma ameaça. Isso ocorre porque espécies, como a C. *glaziovii*, apresentam protocooperação com formigas, na qual a planta fornece alimento para os insetos (composto adocicado presente nas axilas das folhas) e as formigas fornecem proteção, inclusive contra os humanos. No entanto, alguns predadores naturais da Embaúba, como o bicho-preguiça, apreciem tanto as folhas quanto os insetos.

Mata com Embaúba em destaque.

PRINCÍPIO 5

O cérebro usa padrões de espaço, tempo e cor para estruturar a experiência visual. Sendo fundamentalmente um detector de diferença, quando o cérebro não as detecta, o campo perceptivo não é estimulado.

IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Árvore (Aroeira salsa) parasitada por Cipó-chumbo.

Por não se deslocarem e seres aparentemente imóveis, as plantas geralmente oferecem menos pistas/ destaques visuais para chamar a atenção humana. No entanto, uma situação inesperada pode modificar esse padrão. Por exemplo, quando árvores são acometidas por plantas parasitas que normalmente não estariam lá (ex. cipó- chumbo, *Cuscuta* ssp; e Erva-de-passarinho, *Struthanthus* ssp). Outro exemplo refere-se a uma área é dominada por uma planta invasora agressiva, como é o caso do arbusto Leucena (*Leucena leucocephala*), originário da América do norte e que tem ameaçado a flora natural de diversas ilhas, incluindo mais recentemente Fernando de Noronha.

Embora Wandersee e Schussler (2001) destaquem aspectos sensório-cognitivos como causa da Cegueira Botânica, os autores não deixam de reconhecer a importância dos aspectos culturais no fenômeno e ressaltam a importância da educação de qualidade para a mitigação dessa cegueira, sendo, inclusive, trabalhadores entusiasmados em prol dessa causa. Allen (2003) relata que, visando ajudar a nação (E.U.A.) a superar a Cegueira Botânica, Wandersee e Schussler adotaram uma abordagem auto descrita como "ativista" para engajar professores e estudantes. Desenvolveram um pôster para a sala de aula com a inscrição "Prevenir a Cegueira Botânica", como parte de uma campanha nacional para aumentar a conscientização. O pôster de 20x30 polegadas foi distribuído para mais de 22.000 professores e, em seu verso, possui a definição de Cegueira Botânica, seus sintomas e sugestões de atividades para mitigá-la. Wandersee e Schussler (1999) explicam que tal pôster foi desenhado para ser intrigante. Ele mostra um ambiente ribeirinho arborizado. Pairando no céu, está um par de óculos com lentes vermelhas (ao estilo das obras do artista Magritte). A cena simboliza que alguém usando esses óculos não poderia ver o verde das plantas — se a visão de alguém for "filtrada", tanto física quanto conceitualmente, pode-se facilmente deixar de ver as plantas que aparecem no campo de visão (**FIGURA 3**).

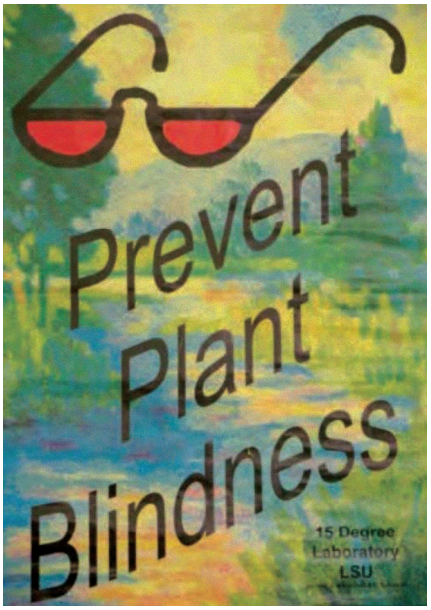


FIGURA 3 Poster distribuído por James H. Wandersee e Elisabeth E. Schussler, no final da década de 90, para mais de 22.000 professores de Ciências dos E.U.A.. Fonte: Sundberg, 2014.

Muitos autores enfatizam o papel cultural e os problemas do Ensino de Botânica como causas fundamentais da Cegueira Botânica. Salatino e Buckeridge (2016) pontuam que, ainda que o processamento das informações no cérebro humano seja um fator importante, os fatores culturais são de grande importância também. Já segundo Gagliano (2013), a ideia das plantas como seres inferiores pode ser detectada desde a Grécia Antiga, quando Aristóteles apresentava a natureza como serviçal da humanidade. Segundo o filósofo, animais deveriam servir ao homem, plantas deveriam servir aos animais e o mundo inanimado deveria servir às plantas (BALDING & WILLIANS, 2016). Essa concepção de natureza se perpetuou até os dias atuais pelo Cristianismo e Cartesianismo e promoveu uma recorrente apresentação dos vegetais como inferiores aos animais em obras didáticas (MONTEIRO, 2019).

Quanto à relação entre Cegueira Botânica e Ensino, Ursi et al. (2018) afirmam que, em um processo de retroalimentação, a Cegueira Botânica é fomentada pelo Ensino de Botânica desestimulante e pouco significativo. O mesmo ocorre com o Analfabetismo Botânico, descrito por Uno (2009) como um fenômeno ligado à falta não só de interesse pela temática, mas também de conhecimento, em diferentes níveis (dos mais pontuais e simples até os mais abrangentes e complexos). Por outro lado, esses dois fatores contribuem para dificultar ainda mais o Ensino de Botânica. Assim, é necessário discutirmos sobre possibilidades pedagógicas capazes de aproximar a Botânica dos estudantes e de seus professores, fazendo com que o processo de seu ensino-aprendizagem seja mais motivador e efetivo, visando mitigar a Cegueira e o Analfabetismo Botânicos. Também é importante adotar medidas potencialmente capazes de estimular a percepção dos vegetais na população em geral, utilizando estratégias variadas, por exemplo, como o emplacamento de árvores em áreas verdes. Um exemplo é descrito por Colli-Silva et al. (2019) em artigo que investigou o efeito dessa estratégia sobre a Cegueira Botânica. Outras possibilidades são a divulgação científica nos meios de comunicação de massa, nas redes sociais e em espaços de educação não formal, como os Jardins Botânicos.

Não podemos deixar de abordar a importância central dos professores no Ensino de Botânica e como a formação deficiente pode prejudicar a qualidade do ensino de tal ciência na Educação Básica. Nas licenciaturas, as disciplinas voltadas à Botânica são, muitas vezes, demasiadamente focadas em conteúdos conceituais e desenvolvidas por meio de métodos tradicionais de ensino. Por outro lado, corre-se o risco de futuros professores aprenderem sobre aspectos didáticos, porém de forma desarticulada com o conteúdo conceitual a ser ministrado. Segundo Ursi et al. (2018), estimula-se pouco que seja desenvolvido o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK — *Pedagogical Content Knowledge*), conceito proposto por Shulman (1986) que representa a união entre conhecimentos referentes aos conteúdos específicos (como a Botânica) e os pedagógicos. Tal união permite ao professor compreender como determinados tópicos são organizados, representados e adaptados aos diversos interesses e habilidades dos alunos, podendo assim ser ensinados e compreendidos. Consideramos que o desenvolvimento do PCK de Botânica deve ser um ponto de destaque nos cursos de formação que tenham como meta realmente interromper o ciclo de desvalorização, levando à formação de professores qualificados, que se interessam, conhecem e se sentem seguros para ensinar tal temática, auxiliando na mitigação da Cegueira Botânica.

Um último ponto que gostariamos de abordar refere-se a escolha do termo *Plant Blindness* — Cegueira Botânica. Wandersee e Schussler (2001) ressaltam que o termo foi baseado no fato das pessoas estarem linguisticamente familiarizadas com a utilização do termo "cego" (*blind*) como um adjetivo que metaforicamente representa informação visual perdida, por exemplo, em expressões como ponto cego (*blind* spot) e encontro às cegas (*blind date*). Por outro lado, destacam que, ao pensar em "*plant*" o termo seria mais apropriadamente utilizado em referência às plantas com flores, visto que a proposição do termo foi baseada no trabalho dos autores, que vinham focando seus estudos na falta de atenção e no desinteresse do público americano em entender principalmente as angiospermas.

Algumas críticas têm sido realizadas ao termo desde sua proposição, embora não se possa negar que ele transmite de maneira bastante eficiente a mensagem a que se propõe.

Recentemente, a pesquisadora Parsley (2020) fez uma revisão dessas críticas, contidas em trabalhos como os de MacKenzie et al. (2019) e Sanders (2019). A partir deste material e de suas reflexões e experiências (a autora menciona ter algum tipo de deficiência visual), propõe o uso do termo "*Plant Awareness Disparity*" — PAD (traduzido como *Disparidade de Consciência sobre as Plantas*), em detrimento do termo "*Plant Blindness*". A autora reconhece que o fenômeno até então nomeado como Cegueira botânica é um assunto complexo e interessante, com princípios subjacentes ancorados em fenômenos relacionados aos campos da *atenção*, *atitude*, *conhecimento* e *interesse relativo*. A crítica da autora vai em direção ao uso do termo "*Blindness*" (*i.e.*, Cegueira), o qual contribuiria para o **capacitismo** de deficiências visuais. Alternativamente, a autora propõe o uso da palavra "*Disparity*" (*i.e.*, Disparidade), a qual estaria em maior concordância com as raízes da questão, relacionada com o diferente nível de atenção dado para plantas e animais. Concordamos, aqui, com a crítica e a necessidade de descontinuidade de uso do termo Cegueira para o tratamento deste fenômeno. Entendemos que o uso de tal termo como uma metáfora pode contribuir para a equiparação de deficiências a traços negativos, que deveriam ser "curados", o que certamente não é adequado.

Por outro lado, incluir a palavra "*Disparity*" ao termo remete automaticamente à comparação com os animais. Ou seja, existe uma discrepância entre a percepção de plantas e animais. Ora, se toda a questão, em última instância, refere-se a aguçar a percepção em relação às plantas e promover sua valorização, porque embutir no próprio termo essa comparação com os

animais? Pensamos que seria mais adequado superar a comparação e buscar um termo mais neutro, que apenas evidenciasse as plantas. Wandersee e Schussler, já em 1999, ressaltam que, segundo sua visão, "em vez de invocar o bicho-papão do conspiração zoológica, há, na verdade, uma base visual-cognitivo-social para explicar porque as plantas (e as ciências das plantas) são frequentemente ignoradas na vida cotidiana, no currículo introdutório à Biologia e como um componente-chave da Alfabetização Científica." Concordamos com tal posição.

No cenário nacional, vale retomar o histórico relacionado à tradução do termo *Plant Blindness*. O primeiro registro da utilização do termo "Cegueira Botânica" do qual temos conhecimento remete a palestra intitulada "Iniciativas para o Aprimoramento do Ensino de Botânica", proferida em 2007 pela Profa. Associada Renata Camargo de Oliveira, da Universidade Federal de Viçosa (MG), durante uma mesa-redonda no 58º Congresso Nacional de Botânica. Atualmente, o termo é amplamente utilizado no meio acadêmico, inclusive pelos membros do BotEd (Grupo de Pesquisa Botânica na Educação, vinculado ao Departamento de Botânica do IB-USP), do qual os autores do presente capítulo são membros ou colaboradores. O primeiro registro escrito do termo pelo grupo ocorreu em 2010, nos materiais didáticos de formação continuada do curso de Especialização para Professores de Biologia da Rede São Paulo de Formação Docente — RedeFor (atualmente disponíveis na plataforma de e-aulas da USP), elaborados pela Profa. Dra. Suzana Ursi. Utilizamos, inclusive no presente capítulo, o termo por respeito à tradição na área. No entanto, além das palavra cegueira, um aspecto específico da tradução que nos incomoda refere-se ao termo "Botânica", pois indicaria que a tal cegueira se refere a ciência e não às plantas em si, o que não é totalmente compatível com o postulado por Wandersee e Schussler (1999, 2001), pois citam a negligência com a Botânica, mas enfatizam, de forma bastante contundente, às plantas. A equipe do BotEd aplica o termo "Cegueira Botânica" não apenas às angiospermas, pois acreditamos que excluir as plantas que não pertencem à tal clado representa uma nova negligência no âmbito de organismos já negligenciados.

Em 2019, o termo "Invisibilidade Botânica" foi sugerido por Nathássia Cássia Monteiro em substituição à "Cegueira Botânica" na sua Dissertação de mestrado, intitulada "Um livro escrito a partir de vivências didáticas com as plantas voltado para o enfrentamento da invisibilidade botânica", orientada pela Prof. Dra. Marina Assis Fonseca (UFMG), junto à Universidade Federal de

Minas Gerais (MG). A substituição do termo "Cegueira" nos parece adequada, conforme já discutimos. No entanto, a expressão "invisibilidade" remete a uma característica da planta, enquanto o conceito original refere-se a um atributo do ser humano que percebe (ou não) tal planta. Assim, embora o esforço de refletir sobre o termo seja extremamente válido, não concordamos com a utilização de "Invisibilidade Botânica" em substituição à "Cegueira Botânica".

Afastando-nos do campo acadêmico, notamos que, recentemente, em reportagens de veículos de comunicação, o termo "Cegueira Vegetal" tem sido adotado, como na reportagem da BBC *News* intitulada "O que é 'cegueira vegetal' e por que ela é vista como ameaça ao meio ambiente", publicada em agosto de 2019, por Christine Ro. Tal termo realmente nos parece mais apropriado, quando comparado à Cegueira Botânica.

Em nossa avaliação, ainda não temos, na atualidade, um termo totalmente adequado para nos referirmos a *Plant Blindness*, sendo esse tema pertinente para futuras reflexões e estudos. Cada vez mais, demonstra-se que a chamada "Cegueira Botânica" é uma questão de percepção limitada das plantas pelos seres humanos. Assim, acreditamos que um caminho promissor na busca de tal termo é a aproximação com os referenciais do campo da Percepção Ambiental, uma área do conhecimento rica e passível de abordagem transdisciplinar (WHITE, 1977; MARQUES et al., 2019). A área incorpora desde aspectos da neurociência, tão em voga na atualidade, quanto da Psicologia e Ciências Ambientais e Sociais. Assim, permite uma visão abrangente, especialmente relacionada à percepção, que parece compatível com a complexibilidade envolvida no fenômeno conhecido como Cegueira Botânica. Nesse sentido, acreditamos que uma possibilidade para substituir o termo "Cegueira Botânica" seria "Percepção Limitada das Plantas" — PLP (*Plant Limited Perception*). No entanto, propor uma mudança como essa, de um termo emblemático e embasado, necessita de reflexões mais profundas. Deixamos, aqui, nosso compromisso de continuar pensando e refletindo sobre o tema, com base nas propostas já existentes, bem como o convite para que a comunidade científica botânica, especialmente nacional, também se engaje nessa questão.

Seja qual for o termo adotado, é necessário focarmos esforços no aprimoramento do Ensino de Botânica, em busca da ampliação dos conhecimentos, da percepção e do encantamento em relação às plantas, visando que tal ação nos auxilie, em última instância na conservação da Biosfera.

Ensino de Botânica a favor da Educação Científica e da mitigação da Cegueira Botânica

> "Estudar plantas é uma jornada para um mundo diferente, longe da nossa perspectiva centrada nos animais. Isso nos ajuda a entender relações complexas que existem na natureza e preparar nossas mentes para outras redes de interação complexas, sejam elas biológicas, ecológicas, humanas ou políticas. As ciências das plantas nos ensinam a aceitar o mundo incrivelmente elaborado em que vivemos, onde algumas regras físicas universais e um fundo genético compartilhado criaram uma variedade de organismos vivos neste pequeno pedaço de rocha flutuando no espaço."
>
> Loving the alien — *Nature Plants*, 2019 (traduzido pelos autores)

Aprender Biologia, incluindo Botânica, amplia o repertório conceitual e cultural dos estudantes, auxiliando na análise crítica de situações reais e na tomada de decisões mais consciente, formando cidadãos mais reflexivos e capazes de modificar sua realidade. Ter subsídios científicos, superando o senso comum, pode auxiliar de forma decisiva nas atitudes dos cidadãos (Ursi et al. 2018). O conhecimento biológico está envolvido em inúmeras questões centrais da atualidade, que estão relacionadas com a manutenção da vida em nosso planeta, bem como afetam nosso cotidiano, como conservação ambiental, mudanças climáticas globais, fontes de energia, desenvolvimento sustentável, vacinação, diversidade, dentre outras. Assim, o Ensino de Biologia visa que o estudante aprenda conceitos e processos fundamentais da área, compreenda a natureza e o processo de construção do conhecimento científico e seja capaz de analisar criticamente as implicações da Ciência e da Tecnologia na sociedade. Nessa perspectiva, espera-se promover a Educação Científica dos aprendizes. Hurd (1998) afirma que tal educação forma pessoas que, entre outros aspectos, são capazes de analisar criticamente a Ciência e seus produtos, bem como estabelecer relações entre eles e sua vida cotidiana.

Ursi et al. (2018), com base no postulado por Krasilchik (2008), destacam algumas dimensões importantes que devem ser consideradas visando promover o Ensino de Biologia e, portanto, também o de Botânica, a serviço da Educação Científica:

- **Ambiental —** motivando a análise do impacto da atividade humana no meio ambiente e a busca de soluções para os problemas decorrentes;
- **Filosófica, cultural e histórica —** levando à compreensão do papel da ciência na evolução da humanidade e sua relação com religião, economia, tecnologia, entre outros;
- **Ética —** estimulando a análise e argumentação sobre assuntos polêmicos vinculados às questões científicas que são divulgados pelos meios de comunicação em massa, como aborto, eutanásia, biodiversidade e relações internacionais, propriedade de descobertas científicas, entre outros;
- **Médica —** auxiliando a compreensão de conceitos biológicos básicos que estão estreitamente relacionados a prevenção e cura de doenças.
- **Estética —** promovendo a percepção do ambiente e sua biodiversidade pautando-se na integração entre razão-imaginação-sentimentos-emoções, resultando em valores e atitudes potencialmente transformadores do cotidiano.

Quanto à *Dimensão Ambiental*, as plantas, embora sejam constituintes chaves do ambiente, estão entre os organismos mais ameaçados pelo crescimento populacional, que gera poluição e exploração pouco racional de recursos. Dados divulgados em meados de 2020, no relatório "Estado das Plantas e Fungos do mundo" do Royal Botanical Gardens Kew (ANTONELLI et al., 2020), apontam que duas em cada cinco plantas do planeta estão em risco de extinção. Outro fato alarmante ocorrido em 2020 refere-se às queimadas intensas e frequentes, inclusive em importantes biomas brasileiros, como o Pantanal. Compreender e discutir tais temas pode subsidiar os estudantes em seus posicionamentos sobre questões ambientais fundamentais da atualidade. O vínculo entre as plantas e aspectos culturais de nossa espécie é notório, evidenciando a *Dimensão Filosófica, cultural, histórica.* Estão presentes em diferentes formas de manifestações artísticas e dialogam com os saberes populares de diversas formas. Podemos listar diversas plantas que mudaram nossa história, por suas variadas aplicações (LAWS, 2013), como a médica. Sobre essa *Dimensão Médica*, podemos destacar tanto o uso tradicional, quanto sua exploração para o isolamento de princípios ativos e uso em muitos dos medicamentos industrializados. Por outro lado, o uso medicinal indiscriminado pode oferecer riscos à saúde. Quanto à *Dimensão Ética*, muitos temas relacionados à Botânica estão constantemente em pauta, como uso organismos transgênicos,

mudanças climáticas globais, legalização de drogas, agronegócio, conservação e perda da biodiversidade. Finalmente, na *Dimensão Estética*, podemos destacar que a convivência e a apreciação das plantas são reconhecidamente importantes promotores de bem-estar. Segundo Ursi et al. (2018), perceber a biodiversidade vegetal, bem como criar conexão com tais organismos, podem ser considerados passos essenciais para a valorização e conservação ambiental.

Acreditamos que o Ensino de Botânica que objetiva a promoção da Educação Científica e contempla as dimensões supracitadas, naturalmente, deve desencadear processos de aprendizagem que irão contribuir com a mitigação da Cegueira Botânica. No entanto, defendemos que tal intencionalidade deve ser explicitada, tanto em currículos oficiais, quanto na atuação de professores, educadores de espaços não formais de ensino, divulgadores científicos, entre outros profissionais relacionados à educação e à promoção da cultura. Tal posicionamento destaca aos estudantes, aos pais, à toda a comunidades escolar e, em última instância, à população em geral a importância das plantas e da ciência que as estuda.

Diversas abordagens contemporâneas de ensino-aprendizagem podem ser utilizadas para se empreender esse Ensino de Botânica que desejamos. A seguir, citamos parte dessas abordagens, sem a pretensão de esgotar as possibilidades. Ao contrário, apenas destacamos algumas que consideramos promissoras, especialmente por enfatizarem o papel de protagonismo dos estudantes, bem como por relacionarem-se ao ensino contextualizado, defendido por Ursi et al. (2018) como um dos principais encaminhamentos para o Ensino de Botânica de qualidade, capaz de mitigar a Cegueira Botânica.

O *Ensino por investigação* é uma abordagem didática muito em voga atualmente no contexto de Ensino de Ciências, que se inspira na construção do conhecimento em processos de pesquisa científica e se fundamenta na orientação fornecida pelo professor; privilegia práticas da comunidade científica e propõe explicações baseadas em evidências do trabalho investigativo (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). A investigação pode ser baseada no ciclo investigativo, conforme apresentado por Pedaste et al. (2015), que consiste em uma sequência de situações de aprendizagem que permite aos estudantes realizarem, de forma dinâmica e não linear: a definição de um problema de pesquisa, a elaboração de hipóteses, a construção de argumentos que garantem a sustentação dos pressupostos e a comunicação para dos resultados.

O STEM, sigla para Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (do inglês: *Science*, *Technology*, *Engineering and Mathematics*), é uma abordagem

de ensino baseado na resolução de problemas por meio de projetos interdisciplinares. Esses problemas buscam articular e aplicar os conhecimentos das disciplinas escolares para que, integrados à estrutura de conhecimento do indivíduo, possam ser significativos em uma situação concreta. (LORENZIN; BIZERRA, 2016). No atual cenário nacional, a abordagem STEM vem ganhando destaque, visto que a perspectiva multidisciplinar das Ciências é um ponto constante da recente reforma do ensino médio ocorrida no país.

O *Ensino Híbrido* (em inglês *blended learning*) é caracterizado pela mistura de elementos presenciais e elementos virtuais na educação formal. A sala de aula presencial se amplia, incluindo o universo das TIC, Tecnologias da Comunicação e Informação (SEIFFERT-SANTOS, 2016). A parte presencial deve contar com a supervisão do professor (VALENTE, 2014) e a arte virtual deve ser por ele elaborada visando subsidiar a atividade dos estudantes, mesmo que estejam distanciados espacial e/ou temporalmente.

A *Abordagem CTSA*, sigla para Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, visa o pleno desenvolvimento do cidadão, para além do ensino-aprendizagem de conteúdos científicos. Esse cidadão deve estar comprometido com as questões sociais e ambientais e, juntamente com a utilização de instrumentos cognitivos, compreender as interrelações entre as dimensões abarcadas, favorecendo a participação nas discussões acerca da Ciência e Tecnologia, bem como a compreensão de seus impactos na sociedade (VASCONCELOS; ANDRADE, 2017). É importante que os conteúdos científicos sejam aprendidos junto ao contexto social, sendo possível o desenvolvimento de atitude crítica, mostrando a ciência e a tecnologia como atividades humanas de relevância social, que permeiam a cultura e estão presentes no cotidiano (BOURSCHEID, 2014).

Outra abordagem de destaque refere-se às *Metodologias de Aprendizado Ativo* que, igualmente às supracitadas, promovem o ensino contextualizado e o protagonismo dos estudantes. Tal abordagem é foco do presente livro e será tratada em detalhe no quarto capítulo. Uma série de estratégias didáticas (conforme descritas por BIZERRA; URSI, 2014) podem ser utilizadas no âmbito dessa abordagem. A segunda parte do presente livro explicita possibilidades nesse cenário, todas voltadas ao Ensino de Botânica e elaboradas com a intenção deliberada de promover a mitigação da Cegueira Botânica. Porém, antes de passarmos a essas contribuições, abordaremos, no próximo capítulo, como o Ensino de Botânica se insere nos documentos norteadores da Educação em nosso país.

Referências Bibliográficas

ALLEN, W. Plant Blindness. **BioScience**, vol. 53, n. 10, p. 926, 2003.

ANTONELLI, A.; FRY, C.; SMITH, R. J.; SIMMONDS, M. S. J.; KERSEY, P. J.; PRITCHARD, H. W.; ... ALLKIN, B. (2020). **State of the World's Plants and Fungi** 2020. Royal Botanical Garden, Kew.

BALDING, M.; WILLIAMS, K. J. H. Plant blindness and the implications for plant conservation. **Conservation Biology**, v.30, n. 6, p.1192—1199, 2016.

BIZERRA, A. F.; URSI, S. **Introdução aos Estudos da Educação I**. In: LOPES, S. G .B. C.; VISCONTI, M. A. (Orgs.), Licenciatura em Ciências. UNIVESP. EDUSP. São Paulo, 2014

BOZNIAK, E. C. Challenges facing plant biology teaching programs. **Plant Science Bulletin**, 40, 42-26, 1994.

BOURSCHEID, J. L. W. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 24-36, 2014.

CARMO-OLIVEIRA, R. Iniciativas para o Aprimoramento do Ensino de Botânica. In: Anais do 58º Congresso Nacional de Botânica: A Botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas. p. 511-515. São Paulo, 2007.

COLLI-SILVA, M.; CORSI, A. C. S.; FLORENTINO, J. J.; TEIXEIRA, L. A.; URSI, S. Evidências quali-quantitativas de cegueira botânica em uma área verde com árvores plaqueadas. **Paisagem e Ambiente: Ensaios**, v. 30, n. 43, e151370, 2019. Disponivel em <http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/151370>.

GAGLIANO, M. Seeing Green: The Re-discovery of Plants and Nature's Wisdom. **Societies**, n.3, p.147-157, 2013.

HERSEY, D. R. Plant neglect in biology education. **BioScience**, V. 43, n. 7, Page 418, 1993.

HERSHEY, D. R. A Historical Perspective on Problems in Botany Teaching. **The American Biology Teacher**, v. 58, n. 6, p. 340-347, 1996.

HURD, P. D. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 6.ed. São Paulo: Edusp, 2008.

MACK, A.; ROCK, I. (1998). **Inattentional blindness**. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.

LAWS, B. **50 Plantas que mudaram o mundo**. Ed. GMT Editores Ltda., 2013.

LORENZIN, M. P., BIZERRA, A. F. Compreendendo as concepções de professores sobre o STEAM e as suas transformações na construção de um currículo globalizador para o ensino médio. **Revista da SBEnBio**, n. 9, p. 3662-3673, 2016.

Loving the alien. *Nature Plants* n. 5, v. 551, 2019. doi: https://doi.org/10.1038/s41477-019-0463-3

MACKENZIE, C. M., KUEBBING, S., BARAK, R. S., BLETZ, M., DUDNEY, J., MCGILL, B. M., … TONIETTO, R. K. We do not want to "cure plant blindness" we want to grow plant love. **Plants, People, Planet**, v. 1(3), 139—141. 2019. http://doi.org/10.1002/ppp3.10062

MARQUES, V., URSI, S., SILVA, E. L., KATON, G. F. Environmental Perception: Notes on Transdisciplinary Approach. **Scientific Journal of Biology & Life Sciences**, v. 1, n. 3, p.1-9, 2020.

MONTEIRO, N. C. **Um livro escrito a partir de vivências didáticas com as plantas voltado para o enfrentamento da Invisibilidade Botânica**. Mestrado Profissional Educação e Docência, UFMG, 2019.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; JONG, T.; RIESEN, S. A. N.; KAMP, E. T.; MANOLI, C. C.; ZACHARIA, Z. C.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61, 2015.

PARSLEY, K. M. Plant awareness disparity. **Plants, People, Planet**, v. 2, p. 598-601, 2020.

RO, C. (2019). **Why 'plant blindness' matters — and what you can do about it, BBC**. Disponível em: https://www.bbc.com/future/article/20190425-plant-blindness-what-we-lose-with-nature-deficit-disorder. Acesso em: 21 dez. 2020.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. "Mas de que te serve saber botânica?". **Estudos Avançados**, v. 30, n.87, p. 177-196, 2016.

SANDERS, D. L. Standing in the shadows of plants. **Plants, People, Planet**, v. 1(3), p. 130—138, 2019. http://doi.org/10.1002/ppp3.10059

SEIFFERT-SANTOS, S. C. Ensino Híbrido em formação docente de curso de Biologia em uma disciplina em Instituição de Ensino Superior Pública. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 2, n. 04, 2016.

SUNDBERG, M. D.; CLARY, R. M.; SCHUSSLER, E. E. James Howard Wandersee Botanical Educator (1946-2014). **Plant Science Bulletin**, v. 40, n.1, p. 8-10, 2014.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. SPE, p. 97-114, 2015.

VASCONCELOS, C. S.; ANDRADE, B. S. Abordagem da separação de misturas no ensino fundamental sob o enfoque CTSA visando a contextualização no ensino de ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, 2017.

UNO, G. E. Botanical literacy: what and how should students learn about plants? **American Journal of Botany**, v. 96, n.10, p.1753-1759, 2009.

URSI, S.; BARBOSA, P. P.; SANO, P. T.; BERCHEZ, F. A. S. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, v.32, n. 94, p.7-24, 2018.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em revista**, n. 4, p. 79-97, 2014.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Preventing plant blindness. **The American Biology Teacher**, v. 61, p. 84-86, 1999.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v.47, p.2-9, 2001.

WHITE, A. V. T. *Guidelines for fields studies in Environmental Perception*. Paris: UNESCO/MAB, 1977.

ZAKIA, R. D. (1997). **Perception and imaging**. Boston, MA: Focal Press, 1007.

3

Panorama da abordagem dos conteúdos de Botânica nos documentos norteadores da Educação Básica Brasileira

KELMA CRISTINA DE FREITAS
KELMA@IFSP.EDU.BR
Instituto Federal de SãoPaulo
Campus Itaquaquecetuba
Doutoranda do PIEC/USP
Ensino de Biologia

DIEGO TAVARES VASQUES

SUZANA URSI

Nesse capítulo, após refletirmos sobre a importância de se ensinar e aprender botânica e da mitigação da cegueira e do analfabetismo botânico, analisamos alguns dos principais documentos norteadores da educação brasileira, enfocando como ocorre a inserção dos conteúdos específicos de Botânica. Visamos subsidiar o professor no planejamento e desenvolvimento de suas aulas, estabelecendo um diálogo entre o que é abordado nos currículos e as possibilidades de aplicação de metodologias ativas para efetivar o ensino da Botânica. Tais possibilidades serão detalhadas nos próximos capítulos do livro.

Os documentos abordados neste capítulo são: os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN´s), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o Currículo do Estado de São Paulo, o Currículo Paulista (Ensino Infantil, Fundamental e Médio) e o Currículo do município de São Paulo (Currículo da Cidade). Optamos por fazer um levantamento mais abrangente em todos esses documentos, pois consideramos que existe uma grande aplicabilidade deles para o planejamento das aulas do professor que está em sala de aula. Como Carvalho (2017) afirma, muitas escolas ainda utilizam os PCN´s para se basear na elaboração de seus currículos, apesar da BNCC ser atualmente o documento oficial a ser seguido, conforme recomendações do governo federal. O movimento de resistência deve-se, além de posicionamento pedagógico, a uma inercia já esperada na troca de grandes diretrizes de ensino, bem como ao estranhamento referente ao processo de desenvolvimento e implementação da Base, que foi marcado por muitas controvérsias e diálogo aquém do esperado.

Vale ressaltar que os documentos que aqui abordaremos são subordinados a outros, de maior abrangência. Primeiramente, temos Constituição Federal de 1988, que discute a educação em diversos de seus artigos (ex. 206, 207, 208, 210, entre outros). É nesse documento que o ensino para todos é, pela primeira vez, instituído em nosso país: "O acesso ao ensino obrigatório e gratuito é direito público subjetivo, ou seja, é um direito intrínseco ao sujeito, que pode reivindicá-lo caso não esteja sendo cumprido pelo Estado." (§ 1°, inciso VII, art. 208 BRASIL, 1988). Já a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira - Lei 9.394/1996 (que sofreu importantes mudanças nos últimos anos), define os princípios, fins, direitos e deveres referentes à educação no país. O Plano Nacional de Educação, por sua vez, articula o Sistema Nacional de Educação e estabelece diretrizes, estratégias e metas para a educação durante dez anos. O Plano atual possui vigência de 2014-2024 e aponta onde queremos que a educação no Brasil chegue e qual é o caminho que deve trilhar visando alcançar tal destino. Infelizmente, percebemos que a maioria das metas está longe de ser atingida. Finalmente, temos a Reforma do Ensino Médio - Lei 13.415/ 2017, que foi instituída inicialmente como uma medida provisória. Tal lei traz mudanças profundas nesse nível de ensino (inclusive no âmbito da Biologia), ao instituir um núcleo comum, que possui como disciplinas obrigatórias apenas Matemática, Língua Portuguesa e Língua Inglesa, acompanhado de uma etapa flexível, na qual os estudantes podem "escolher" seus percursos formativos. Como professores da área de Ciências, nos questionamos: Quão abrangente será o oferecimento dos diferentes percursos possíveis nas escolas? Ciências

terá amplo oferecimento, visto que é uma área que demanda custos adicionais, como, por exemplo, aqueles referentes à criação e manutenção de laboratórios? Esperamos que a proposta não desestimule a educação científica que, infelizmente, já apresenta tantas dificuldades em nosso país.

No escopo da disciplina Biologia, concebemos que a botânica e a zoologia figuram entre os "blocos centrais", entre aqueles conteúdos de extrema importância para serem estudados nos ensinos Fundamental e Médio (KRASILCHIK; MARANDINO, 2004). Mesmo sendo a botânica uma ciência normalmente considerada pouco interessante por parte dos estudantes, é necessário estudá-la pensando em aumentar o repertório cultural, auxiliando na formação de um cidadão reflexivo, que consiga analisar criticamente algumas situações e modificar sua realidade (URSI *et al*, 2018). Como as plantas são seres vivos essenciais do ambiente, realizando diversos serviços ecológicos (ANDRADE; IBRAHIM, 2003) e fazendo parte do cotidiano dos seres humanos, consideramos que existem meios educativos de minimizar a cegueira botânica[1] (WANDERSEE; SCHUSSLER, 2001), tema já abordado no **CAPÍTULO 2**. Um desses meios é através da escola que, nos currículos, têm a temática Botânica apresentada na Educação Básica.

Abordagem do tema Botânica na Educação Básica

Discutir a abordagem dos conteúdos de botânica na Educação Básica, dentre outras coisas, implica na análise sobre a maneira como os conteúdos são tratados nos documentos curriculares que servem como base para o planejamento e ação nas escolas. Logo, compreender esses documentos sob a perspectiva de mitigar a cegueira botânica requer um entendimento dos objetivos, possibilidades e barreiras que esses materiais propõem.

Para Young (2013), o propósito do currículo, pelo menos nas sociedades modernas, não é apenas transmitir o conhecimento; também é habilitar a próxima geração para construir sobre esse conhecimento e criar novo conhecimento. No modelo de teoria do currículo com base no conhecimento, o autor adota como "conhecimento poderoso" aquele que habilita os estudantes da educação básica a interpretar e controlar o mundo, tornando este conhecimento poderoso para os estudantes (YOUNG, 2013).

1 Termo cunhado pelos pesquisadores Wandersee e Schussler (2001) que seria justamente a incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e no cotidiano, bem como considerá-las inferiores aos animais.

As propostas curriculares de Ciências Naturais para a Educação Básica, sejam nacionais, estaduais ou municipais, acompanhando seus contextos históricos, políticos e sociais, tratam a temática Botânica com diferentes ênfases e, em alguns momentos, com maior ou menor evidência. Ursi *et al* (2018) defendem que aprender Biologia, incluindo Botânica, pode auxiliar os estudantes na análise crítica de situações reais e na tomada de decisões mais consciente. Os autores ainda apontam que a aprendizagem dos conteúdos de Botânica pode promover o entendimento efetivo de conceitos e processos mais centrais do conhecimento biológico, aproximando os estudantes do "fazer científico".

Para a compreensão de como os conteúdos de botânica estão inseridos nos documentos oficiais, usamos como recurso metodológico a análise documental e a busca de palavras chaves (SALOMÃO, 2017). Realizamos pesquisas pelas palavras "*Botânica*", "*Planta (s)*" e "*Vegetal (is)*" visando localizar em que partes do documento essa temática aparece. Quando a palavra era identificada, selecionamos o trecho no documento. Apresentamos esses trechos para que o contexto seja analisado e para que possamos indicar possíveis metodologias a serem utilizadas para o ensino nas escolas, a considerar os conteúdos de botânica neles contidos. A seguir, detalhamos como ocorre a inserção dessa temática nos diferentes documentos, tanto no ensino fundamental, quanto no médio.

Abordagem dos conteúdos de Botânica nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN´s)

De acordo com Bocki *et al.* (2011) existe uma discrepância entre as orientações para o ensino de botânica nos PCN's para o Ensino Fundamental (anos finais) e para o Ensino Médio. No PCN do Ensino Fundamental, o enfoque é mais empírico e mais específico, direcionado para o estudo da Botânica e dos seres vivos específicos desse grupo. Já no PCN do Ensino Médio, o estudo de Botânica aparece como "figurante", atrás do protagonista, que é a biodiversidade.

A partir da análise que realizamos, a palavra "planta e/ou plantas" aparece diversas vezes no PCN de Ciências (BRASIL, 1998), já "vegetais" ou "Botânica" aparecem em menor número. As palavras investigadas são menos citados no documento do PCN do ensino médio, na parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2000), quando comparado ao verificado para o ensino fundamental,

Destacamos alguns trechos do documento voltado ao ensino fundamental:

Por exemplo, o conhecimento acerca dos processos de extração e cultivo de plantas em hortas, pomares e lavouras, de criação de animais em granjas, viveiros e pastagens, de extração e transformação industrial (...) (Brasil, 1998. p. 48 *grifo nosso*)

Observar hábitos de animais diurnos e noturnos, procurar informações sobre o comportamento de plantas e outros animais no claro e no escuro e ainda relacionar essas informações com a organização diária das atividades pessoais e sociais é uma forma de contribuir para a tomada de consciência do aluno sobre a conexão entre os corpos celestes e os ritmos de vida na Terra (Brasil, 1998. p. 65 *grifo nosso*)

Sob esse enfoque podem ser examinados os seres vivos no ambiente de jardim, de praça ou de parque; de campo cultivado ou abandonado, mencionados acima; de casas, apartamentos, ruas e rios das cidades; determinados ambientes aquáticos e terrestres; coleções de animais ou plantas de diferentes ambientes brasileiros; os animais de zoológico; seres vivos dos pólos e dos desertos etc (Brasil, 1998. p. 69 *grifo nosso*)

A descrição e comparação de plantas significativas de determinados ambientes estudados também é importante, e oferece um repertório para o reconhecimento da existência de plantas que não têm semente e de outras que as têm. (Brasil, 1998. p. 69 *grifo nosso*)

Ao trabalhar com os seres vivos dos diferentes ambientes brasileiros, busca-se identificar quais os introduzidos pelo ser humano (animais de rebanho, plantas de reflorestamento) e quais são nativos; quais os vegetais, animais carnívoros e quais os herbívoros característicos, relacionando-os em cadeias alimentares; (...) (Brasil, 1998. p. 71 *grifo nosso*)

Investigações sobre os hábitos de animais e plantas característicos das estações, bem como a utilização desse conhecimento no trabalho agrícola e zootécnico, (...) (Brasil, 1998. p. 91 *grifo nosso*)

Percebemos que os conteúdos de Botânica aparecem compondo o tema transversal "Tecnologia e Sociedade", referindo conhecimentos sobre extração e cultivo de plantas em hortas, pomares e lavouras. O documento ainda sugere um trabalho conjunto com os demais temas: Meio Ambiente, Saúde, Ética, Pluralidade Cultural e Trabalho e Consumo (BRASIL, 1998). Os conteúdos que compõem o eixo "Vida e Ambiente" indicam ainda estudo das plantas na cadeia alimentar, ritmos cíclicos, respiração celular e reprodução, ainda que não utilizem o termo Botânica (BRASIL, 1998).

No PCN para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), a palavra Botânica é mencionada uma única vez, como podemos ver a seguir no trecho destacado:

> "Para o estudo da diversidade de seres vivos, tradicionalmente da Zoologia e da Botânica, é adequado o enfoque evolutivo-ecológico (...)" (Brasil, 2000. p. 18 *grifo nosso*)

Já a palavra vegetal e/ou vegetais aparece em dois locais, respectivamente nos segmentos relacionados aos conteúdos de Biologia e Química:

> "Utilizar critérios científicos para realizar classificações de animais, vegetais etc." (Brasil, 2000. p. 21 grifo nosso)

> "O ser humano, na luta pela sua sobrevivência, sempre teve a necessidade de conhecer, entender e utilizar o mundo que o cerca. Nesse processo, obteve alimentos por coleta de vegetais, caça e pesca; descobriu abrigos, protegendo-se contra animais e intempéries; descobriu a força dos ventos e das águas, o fogo e a periodicidade do clima nas estações do ano." (Brasil, 2000. p. 30 *grifo nosso*)

Entendemos que o enfoque dado ao Ensino Médio é diferente do Ensino Fundamental, mas é injustificável a não inclusão dos organismos vegetais enquanto conteúdo específico a ser trabalhado no Ensino Médio. Visando entender um pouco melhor como o estudo dos vegetais poderia estar apresentados no documento, fizemos uma busca adicional com a expressão "seres vivos". Essa expressão aparece em várias partes do documento, porém sem uma especificação em relação ao qual "ser vivo" deve ser tratado, como indicação de abordar todos os seres vivos concomitantemente nas três séries do Ensino Médio:

> (...) O AMBIENTE, QUE É PRODUTO DAS INTERAÇÕES ENTRE FATORES ABIÓTICOS E SERES VIVOS, PODE SER APRESENTADO (...) (BRASIL, 2000. P. 15 *GRIFO NOSSO*)

> (...) O ESTUDO APROFUNDADO DE DETERMINADOS GRUPOS DE SERES VIVOS EM PARTICULAR — ANATOMIA, FISIOLOGIA E COMPORTAMENTOS — PODE SE CONSTITUIR EM PROJETOS EDUCATIVOS, PROCURANDO VERIFICAR HIPÓTESES SOBRE A REPRODUÇÃO/ EVOLUÇÃO DE PEIXES, SAMAMBAIAS OU SERES HUMANOS (BRASIL, 2000. P. 16 *GRIFO NOSSO*)

> DESCREVER PROCESSOS E CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE OU DE SERES VIVOS, OBSERVADOS EM MICROSCÓPIO OU A OLHO NU. (BRASIL, 2000. P. 21 *GRIFO NOSSO*)

Sabemos que o estudo de todos os grupos dos seres vivos é de extrema importância, mas sem um maior detalhamento de qual ser vivo deverá ser abordado, a "escolha" recai nas mãos da escola e do professor, na elaboração de quais conteúdos seriam ensinados para os estudantes, contribuindo, assim, para a negligência da abordagem dos vegetais.

Abordagem dos conteúdos de Botânica na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Considerando as referências nacionais mais recentes, temos a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018). Esse documento é focado em dez competências principais, que são contempladas em todas as disciplinas e visam a formação integral do cidadão. O documento apresenta abordagem interdisciplinar das Ciências tanto no ensino fundamental, quanto no Médio. Assim, não encontramos uma sessão especificamente referente ao ensino de Biologia. As temáticas dessa disciplina estão, no ensino médio, dispersas ao longo da abordagem das três competências de Ciências (**TABELA 1**). Focando na temática botânica, encontramos poucas referências às palavras que procuramos, o que nos leva à percepção de uma deficiência em relação aos estudos dos vegetais. A parte do documento que trata mais especificamente sobre o estudo das plantas refere-se ao segundo ano do ensino fundamental,

na Unidade Temática "Vida e Evolução", cujos Objetos do Conhecimento aparecem subdivididos em "Seres vivos no ambiente" e "Plantas". Nessa unidade, são apresentadas três habilidades:

> (EF02CI04) Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem etc.) que fazem parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que eles vivem. (Brasil, 2018. p. 335 *grifo nosso*)

> (EF02CI05) Investigar a importância da água e da luz para a manutenção da vida de plantas em geral. (Brasil, 2018. p. 335 *grifo nosso*)

> (EF02CI06) Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, folhas, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas, e analisar as relações entre as plantas, o ambiente e os demais seres vivos. (Brasil, 2018. p. 335 *grifo nosso*)

As plantas também são citados em uma habilidade para o 8º ano do Ensino Fundamental, na Unidade Temática "Vida e Evolução", cujos Objetos do Conhecimento aparecem subdivididos em "Mecanismos reprodutivos" e "Sexualidade".

> (EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos. (Brasil, 2018. p. 349 *grifo nosso*)

Em nenhuma outra parte do documento o conteúdo sobre plantas é especificado, sendo que nos tópicos referentes ao Ensino Médio, as palavras planta (s) (i.e., palavras relacionadas a botânica) e vegetal (is) em nenhum momento são citadas. O que aparece, principalmente na segunda competência (**TABELA 1**) são palavras relacionadas a ecossistemas, biodiversidade e seres vivos:

> (EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros). (Brasil, 2018. p. 557 *grifo nosso*)

> (EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta. (Brasil, 2018. p. 557 *grifo nosso*)

As habilidades da BNCC são mais específicas para conteúdos de Zoologia e, em vários trechos, o termo "seres vivos" é usado de forma genérica, podendo incluir a temática da Botânica. Tal abordagem, tendo em vista o zoocentrismo infelizmente, possibilita e, em certo ponto estimula, que as plantas não sejam estudadas na escola. Dessa forma, reforçamos que os tópicos relativos ao ensino de Botânica na BNCC não são suficientes para o desenvolvimento de uma abordagem abrangente e crítica de seus conteúdos.

Não podemos nos esquecer que, em 20 de dezembro de 2019, o MEC publica as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores. A partir das novas diretrizes, a formação de professores, dentre outras coisas, deve se basear na BNCC. Dessa forma, para os cursos de formação de professores, os conteúdos relativos à botânica seriam insuficientes, repetindo o ciclo vicioso entre formação e ensino que já foi abordado no **CAPÍTULO 2**.

Abordagem dos conteúdos de Botânica na proposta curricular de Ciências Naturais do Estado de São Paulo

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, posteriormente à aprovação da BNCC, tem se direcionado a reestruturações do seu currículo,

considerando as modificações no âmbito nacional. Esse novo currículo, denominado "Currículo Paulista" (SÃO PAULO, 2019), começou a vigorar para o Ensino Infantil e Ensino Fundamental I e II a partir de 2019[2].

Grande parte das escolas estaduais está em fase de transição, já que o trabalho dos professores está ancorado em outro currículo: a Proposta Curricular do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2011). Essa última Proposta faz parte do Programa São Paulo faz Escola, criado em 2007, relacionado a implantação de um currículo único para todas as mais de 5.000 escolas da rede pública estadual paulista. Ela é apresentada como a orientação básica para o trabalho do professor em sala de aula, ou seja, busca subsidiar os profissionais em relação aos conteúdos que os alunos devem aprender.

A Proposta de Ciências Naturais do Estado de São Paulo, na versão que analisamos — atualizada em 2011 — enfatiza, como principal objetivo, a apropriação da ciência e compreende que esta seja capaz de qualificar os estudantes para as circunstâncias de vida e de trabalho do mundo contemporâneo (SÃO PAULO, 2011). Nossa análise se deu na investigação dos conteúdos de Botânica, presentes na Proposta Curricular do Estado de São Paulo (Ensino Fundamental I, II e Ensino Médio) e no Currículo Paulista — Volume I (Ensino Infantil e Ensino Fundamental I e II) e Volume II (Ensino Médio). O Currículo Paulista relacionado ao Ensino Médio já foi homologado, mas até a data de publicação deste livro, não foi implantado.

Também é importante destacar que não vamos nos deter a discussão desses documentos a partir das teorias do currículo, de forma mais abrangente, já que existem vários trabalhos que se debruçam sobre essa temática (SILVA, 2009; TAVARES, 2009; SANFELICE, 2010; NEIRA, 2011; CAÇÃO; MENDONÇA, 2011, PAULA, 2012). Iremos destacar os trechos dos documentos onde aparecem as palavras Botânica, planta(s) e vegetal(is), como já descrevemos anteriormente.

Sobre a Proposta Curricular do Estado de São Paulo. Encontramos a palavra Botânica no segmento do documento que trata sobre "A concepção do ensino na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias". Nesse segmento, é explicado a concepção geral sobre ensino para as escolas estaduais paulistas e como o conteúdo deve ser abordado de forma contextualizada a vida do aluno.

2 O texto direcionado para o Ensino Médio passou por consulta pública até abril de 2020 e o Currículo Paulista da etapa do Ensino Médio (Volume 2) foi homologado em agosto de 2020 mas ainda não implantado na Rede Estadual. Fonte: https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/ (acesso 10/08/2020)

> Outras, como a Biologia, são reuniões recentes de campos tradicionais, como a Botânica, a Zoologia e a História Natural, aos quais se somaram outras mais contemporâneas, como a Genética. (São Paulo, 2011. p. 26 *grifo nosso*)

Com as palavras planta(s) e vegetal(is), encontramos trechos nos "Quadros de Conteúdos e Habilidades" que são apresentados para todos os anos do ensino fundamental e médio. No Ensino fundamental, as palavras estão presentes nos quadros dos 6º e 7º anos. Nos outros anos do Ensino Fundamental, encontramos o estudo das plantas descrito de forma menos específica, tal como, "estudo dos seres vivos".

> Descrever, com base na observação de figuras e ilustrações, animais e vegetais típicos dos principais ecossistemas brasileiros: Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Campos Sulinos (Pampas) (São Paulo, 2011. p. 38 *grifo nosso*)

> Associar figuras ou ilustrações de animais e vegetais representativos da biodiversidade brasileira aos seus respectivos ecossistemas (São Paulo, 2011. p. 38 *grifo nosso*)

> Materiais obtidos de vegetais (São Paulo, 2011. p. 40 *grifo nosso*)

> Identificar as principais substâncias envolvidas na fotossíntese, reconhecendo o papel desse processo na sobrevivência dos vegetais e dos animais (São Paulo, 2011. p. 41 *grifo nosso*)

> Indicar e caracterizar processos de separação de corantes e óleos a partir de substâncias produzidas por vegetais. (São Paulo, 2011. p. 41 *grifo nosso*)

> Identificar e caracterizar os elementos que entram na composição do solo, reconhecendo os tipos mais adequados ao cultivo de vegetais. (São Paulo, 2011. p. 43 *grifo nosso*)

> Diversidade das plantas e dos fungos: Aspectos comparativos dos diferentes grupos de plantas; As funções dos órgãos vegetais; A reprodução dos vegetais — plantas com ou sem flores; O papel das folhas na produção de alimentos — fotossíntese. (São Paulo, 2011. p. 48 *grifo nosso*)

> Identificar e descrever as principais adaptações dos animais, plantas e fungos aos ambientes em que vivem, com base em textos e/ou ilustrações (São Paulo, 2011. p. 49 *grifo nosso*)

Quanto ao segmento voltado ao Ensino Médio, encontramos as palavras planta(s) e vegetal(is) no trecho situado no tópico sobre "Fundamentos para Ensino de Biologia":

> O estudo da vida é interessante por si mesmo, estimulando questões sobre a forma com que as abelhas encontram seus alimentos, o que determina o desabrochar das flores, como os filhos herdam características de seus pais, de que forma as plantas capturam a energia solar, ou sobre a possibilidade de haver vida em outros planetas e, caso haja, se será semelhante à que se conhece na Terra. (São Paulo, 2011. p. 69 *grifo nosso*)

Os temas envolvendo o ensino sobre as plantas são encontrados em todos os anos, sendo mais numerosos nos 1º e 3º anos:

> Reconhecer que os produtores de matéria orgânica não são apenas as plantas, mas todos os organismos clorofilados, assim como os consumidores não se restringem a animais (São Paulo, 2011. p.76 *grifo nosso*)

> Diferenciar matéria orgânica originária de animais da matéria orgânica originária de vegetais. (São Paulo, 2011. p. 76 *grifo nosso*)

> Comparar os processos pelos quais animais e vegetais utilizam a energia da matéria orgânica (São Paulo, 2011. p. 78 *grifo nosso*)

> Analisar medidas que permitem controlar e/ou resolver os principais problemas ambientais, tais como efeito estufa, destruição da camada de ozônio, desaparecimento de espécies animais e vegetais, alteração no regime das chuvas e poluição do ar, da água e do solo (São Paulo, 2011. p. 79 *grifo nosso*)

> Biologia das plantas; Aspectos comparativos da evolução das plantas; Adaptação das angiospermas quanto à organização, ao crescimento, ao desenvolvimento e à nutrição; Relacionar o movimento das plantas às condições de luminosidade (São Paulo, 2011. p. 90 *grifo nosso*)

> Comparar os diferentes grupos vegetais com base nas respectivas aquisições evolutivas; Associar as características morfofuncionais dos grandes grupos vegetais aos diferentes habitats por eles ocupados; Relacionar o movimento das plantas às condições de luminosidade (São Paulo, 2011. p. 90 *grifo nosso*)

> Interpretar a história da vida na Terra com base em escala temporal, indicando os principais eventos (surgimento da vida, das plantas, do homem etc.) (São Paulo, 2011. p. 92 *grifo nosso*)

> A transformação do ambiente pelo ser humano e a adaptação de espécies animais e vegetais a seus interesses (São Paulo, 2011. p. 94 *grifo nosso*)

> Avaliar as implicações evolutivas dos processos de seleção artificial de espécies animais e vegetais (São Paulo, 2011. p. 95 *grifo nosso*)

Encontramos também o conteúdo referente ao estudo das plantas no quadro de conteúdos da disciplina de química:

> Extração de materiais úteis da biosfera; recursos vegetais para a sobrevivência humana — carboidratos, lipídios e vitaminas; recursos animais para a sobrevivência humana — proteínas e lipídios; recursos fossilizados para a sobrevivência humana — gás natural, carvão mineral e petróleo (São Paulo, 2011. p. 149 *grifo nosso*)

Nesse documento, pudemos perceber que existem vários trechos que abordam o conteúdo do estudo dos vegetais, principalmente em todos os anos do ensino médio, o que pode indicar uma preocupação dos elaboradores da proposta com o ensino de botânica.

Já no Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019), pudemos encontrar pouquíssimas referências para os conteúdos de botânica, tanto no Volume I quanto no Volume II. Não encontramos nenhuma referência específica à palavra Botânica. As palavras planta(s) e vegetal(is) foram encontradas no segmento do Ensino Infantil, dentro do tópico "Habilidades e os objetos de conhecimento":

> (EI02ET03) Compartilhar, com outras crianças, situações de cuidado de plantas e animais, participando de pesquisas e experiências, nos espaços da instituição e fora dela (São Paulo, 2019a. p.75 *grifo nosso*)

Em relação ao Ensino Fundamental I e II, estas mesmas palavras foram encontradas no quadro de Habilidades do Currículo Paulista para a área de Ciências da Natureza. Para o 2º ano do Ensino Fundamental, observamos os os seguintes trechos:

> (EF02CI04) Observar e descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida e local onde se desenvolvem) que fazem parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que vivem. (São Paulo, 2019a. p. 380 *grifo nosso*)

> (EF02CI06) Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, folhas, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas, e analisar as relações entre as plantas, o ambiente e os demais seres vivos. (São Paulo, 2019a.p. 380 *grifo nosso*)

Para o Ensino Fundamental II, encontramos o trecho abaixo, que é específico para o 8º ano:

> (EF08CI07) Identificar e comparar diferentes processos reprodutivos em vegetais e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos. (São Paulo, 2019a. p.391 *grifo nosso*)

Ainda, tivemos uma ocorrência no quadro de Habilidades do Currículo Paulista para a área de Ciências Humanas, dentro da disciplina de Geografia, 8º ano do Ensino Fundamental:

> (EF03GE09) Investigar os usos dos recursos naturais, com destaque para os usos da água em atividades cotidianas (alimentação, higiene, cultivo de plantas entre outros), e discutir os problemas socioambientais provocados por esses usos (São Paulo, 2019a. p. 430 *grifo nosso*)

No Volume II do Currículo Paulista, voltando para o Ensino Médio, não encontramos nenhuma referência as palavras "botânica" ou "planta(s)". Em relação a palavra vegetal(ais), encontramos duas referências na descrição dos componentes curriculares de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, mais especificamente na disciplina de Química e também uma referência no quadro onde estão expressos os Objetos de Conhecimento da disciplina de Química:

> Além disso, as diferenças climáticas e de relevo das diferentes regiões, que determinam o tipo de recursos vegetais e animais e os processos produtivos desenvolvidos nas localidades, precisam ser consideradas para os estudos das Ciências da Natureza, por apresentarem impactos socioambientais diferenciados de uma região para outra. (São Paulo, 2019b. p.147 *grifo nosso*)

> [...] combustíveis alternativos, recursos minerais, fósseis, vegetais e animais (métodos sustentáveis de extração, processos produtivos, uso e consumo); agentes poluidores do ar, da água e do solo (...) (São Paulo, 2019b. p.148 *grifo nosso*)

> Métodos sustentáveis de extração, processos produtivos, uso e consumo de: combustíveis alternativos e recursos minerais, fósseis, vegetais e animais. (São Paulo, 2019b. p.148 *grifo nosso*)

A partir dessas análises, percebemos que os conteúdos de botânica no Currículo Paulista são bastante limitados, como vimos em outros documentos oficiais. O que nos chamou a atenção é que no volume II do

Currículo Paulista, voltado ao Ensino Médio, nenhuma referência explícita ao estudo dos vegetais, foi encontrada na disciplina de Biologia. Consideremos que o Currículo Paulista segue a mesma abordagem limitada encontra na BNCC, havendo concordância na severa negligência ao ensino da biologia vegetal.

Abordagem dos conteúdos de Botânica na proposta Curricular de Ciências Naturais do Município de São Paulo

A Secretaria Municipal de Educação da cidade de São Paulo propôs recentes discussões para a elaboração do novo currículo, denominado Currículo da Cidade (SÃO PAULO, 2019). Julgamos relevante realizarmos também a análise desse documento pois, o município de São Paulo é responsável por 23,9 % das matrículas (420.382 alunos) nas escolas de ensino fundamental dos anos iniciais e finais, além de ensino médio[3] (BRASIL, 2019). Esse documento começou a ser elaborado em 2017. Seu objetivo é promover a alfabetização científica entre os estudantes, tendo como ferramenta a abordagem do Ensino de Ciências por Investigação (SÃO PAULO, 2019). Nesse documento, mais especificamente no segmento de Ciências Naturais, procuramos novamente pelas mesmas palavras: botânica, planta(s), vegetal(is), como já mencionado. Não é nosso objetivo discutir as bases desse documento, mas sim procurar as formas de inserção dos conteúdos de botânica. Novamente, encontramos poucas referências específicas sobre o estudo dos vegetais, mas, diferente do encontrado na BNCC (Brasil, 2018), este conteúdo aparece distribuído ao longo de quase todos os anos do Ensino Fundamental.

No currículo da cidade (SÃO PAULO, 2019), os diversos conteúdos do componente curricular de Ciências aparecem divididos nos eixos temáticos: Matéria, Energia e suas Transformações; Cosmos, Espaço e Tempo; Vida, Ambiente e Saúde. No eixo temático Ambiente e Saúde, temos a seguinte instrução a respeito do estudo das plantas:

3 O número de matrículas no Ensino Médio registrado nas escolas municipais da cidade de São Paulo (BRASIL, 2019) é muito pequeno (0,67% das matrículas) quando comparado ao número de alunos matriculados nas escolas estaduais (76,9%) e privadas (22,3%). Dessa forma realizamos análise do documento do currículo de Ciências do Ensino Fundamental dos anos iniciais e finais, dada sua importância na formação dos estudantes.

> Também nesse eixo, o conceito de adaptação, por exemplo, encontra-se em um contexto mais específico no 6º ano, relacionado à adaptação das plantas ao solo, o que permitirá discutir aspectos da alimentação humana e dos sistemas do corpo humano relacionados. (SÃO PAULO, 2019. p.80 *GRIFO NOSSO*)

Realizando a busca em outras partes do documento, encontramos o quadro de Progressão dos Objetos de Conhecimento ao longo do ensino fundamental (SÃO PAULO, 2019. p.82-83), que irá se repetir no quadro de Objetivos de Aprendizagem e Desenvolvimento por ano de escolaridade nos ciclos (SÃO PAULO, 2019. p.89-93):

> (EF02C14) Nomear as principais partes de uma planta e investigar a importância da luz e da água para elas. (São Paulo, 2019. p.92 *GRIFO NOSSO*)

> (EF05C02) Explicar que plantas, animais, decompositores e ambiente relacionam-se no transporte e na transformação de matéria. (São Paulo, 2019. p.97 *GRIFO NOSSO*)

> (EF06C12) Representar a relação das características morfofisiológicas das plantas com características de diferentes tipos de solo. (São Paulo, 2019. p.101 *GRIFO NOSSO*)

> (EF07C13) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas, animais e microrganismos (São Paulo, 2019. p.102 *GRIFO NOSSO*)

> (EF07C14) Explicar a interferência de determinados comportamentos animais e estruturas vegetais na reprodução, utilizando informações baseadas em evidências. (São Paulo, 2019. p.103 *GRIFO NOSSO*)

É de grande importância que os conteúdos relacionados às plantas sejam tratados em todos os anos da educação básica pois, conforme já discutido, acreditamos que esta é uma forma poderosa para mitigar a cegueira

botânica. Não ser mencionado o estudo das plantas nestes documentos, indica um problema para o ensino de botânica, já que o professor pode fazer uma escolha do que ele se sente "mais confortável em ensinar". Nesse documento, vemos que os conteúdos de botânica não aparecem em todos os anos, mas aparecem de forma que o professor pode inserir esses conteúdos ao longo dos anos que vão tratar de biodiversidade. Com este panorama o professor poderá integrar às suas aulas atividades relacionadas ao estudo dos vegetais.

Considerações Finais

Neste capítulo tentamos analisar, de uma forma modesta, como os conteúdos referentes ao estudo dos vegetais aparecem nos documentos oficiais analisados. Isso nos é importante, pois sabemos que existem problemas no Ensino de Botânica, que como pensamos, podem estar relacionados a pouca abordagem desses conteúdos nos documentos oficiais. Durantes as análises, percebemos que: quanto mais recente o documento, principalmente aqueles que se baseiam na BNCC, menos os conteúdos de botânica são abordados de forma explícita. Soma-se o fato que esses conteúdos são citados mais no Ensino Infantil e Fundamental do que no Ensino Médio, o que pode indicar a desvalorização desse conteúdo ao longo das etapas da Educação Básica, constituindo-se em mais um motivo de preocupação.

O ensino de conteúdos de botânica, como citado por Ursi et.al. (2018) tem se caracterizado, muitas vezes, por ser informativo e centrado na memorização de conceitos, o que pode afastar os estudantes da aprendizagem da biologia vegetal. Ao considerar o baixo interesse de professores e estudantes por Botânica, as autoridades responsáveis pela elaboração dos documentos oficiais para a Educação básica, possivelmente, podem pensar que seria melhor eliminar de vez esse conteúdo dos currículos. Como já apontaram Salatino e Buckeridge (2016), tentar resolver o problema do deficiente ensino de Botânica negligenciando esse conteúdo, certamente não é a melhor solução. Desconsideram ainda que, na última década, muitas novas propostas tem sido realizadas e implementadas, tanto no âmbito nacional, quanto internacional. Os próximos capítulos estão em sintonia com esse cenário mais positivo, de busca por novas formas de ensinar e aprender botânica, pois enfocam os princípios do aprendizado ativo (**CAPÍTULO 4**), bem como sua aplicação às temáticas Botânicas (**CAPÍTULOS 5** a **8**).

Consideramos que o professor tem autonomia para o planejamento das suas aulas e sobre aquilo que vai priorizar ensinar aos seus alunos. Dessa forma é fundamental que os conteúdos de botânica figurem entre os documentos oficiais, para que o professor se atente para a importância do ensino dessa temática e para a mitigação da cegueira botânica, que talvez acentue a nossa dificuldade em perceber e entender problemas ambientais tão urgentes quanto os que temos vivenciado na atualidade.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, H.J.; IBRAHIM, M. Como monitorear el secuestro de carbono en los sistemas silvopastoriles? **Agroforestería en las Américas**, v.10, p.109-116, 2003.

BARBOSA, Pércia Paiva**. Licenciatura EAD em Ciências e Biodiversidade Vegetal: bases de conhecimento docente, crenças de formadores, percepções e produções de estudantes**. 2019. Tese (Doutorado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi:10.11606/T.41.2019.tde-25062019-085110. (Acesso em 15/07/2020).

BOCKI, Aline Criçula; DA SILVA LEONÊS, Adriano; PEREIRA, Sarah Graice Maciel. RAZUCK, Renata Cardoso de Sá Ribeiro As concepções dos alunos do Ensino Médio sobre Botânica. **Resumos VIII ENPEC**. 2011. Disponível em http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1318-2.pdf (Acesso em 10/07/2020)

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília**, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

_____, Secretaria de Ensino Fundamental**. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Terceiro e quarto Ciclos do Ensino Fundamental. Brasília: MEC/ SEF, 1998.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio** Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000. Disponível em http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf (Acesso 20/07/2020)

_____. Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. **Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica**, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/ (Acesso em 02/09/2019)

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo Escolar de 2019. Disponível em: https://inepdata.inep.gov.br/analytics/saw.dll?Dashboard&PortalPath=%2Fshared%2FIntegra%C3%A7%C3%A3o%20-%20Consulta%20Matr%C3%ADcula%2F_portal%2FConsulta%20Matr%C3%ADcula&Page=Consolidado%20por%20UF Acesso em: 20 jul. 2020

CAÇÃO, Maria Izaura; MENDONÇA, Sueli G. de Lima."São Paulo faz escola?": contribuições à reflexão sobre o novo currículo paulista. **Currículos, sistemas de avaliação e práticas educativas: da escola básica à universidade**. Campinas: Papirus, p. 219-246, 2011.

CARVALHO, M. M. **Botânica no ensino fundamental II: aplicação de conceitos do movimento CTS por meio de metodologia ativa**. 2017. 112p. Dissertação (Mestrado em Ciências) — Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2017.

CAZELLI, Sibele; MARANDINO, Martha; STUDART, Denise. Educação e comunicação em museus de ciência: aspectos históricos, pesquisa e prática. **Educação e Museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências. Editora Access/ Faperj**, Rio de Janeiro, p. 83-106, 2003.

FILIPAKI, Alceu Antônio. **A transição entre o modelo tecnicista e o modelo humanista, consideradas práticas educativas em escola profissionalizante** Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2010/2010_unicentro_dtec_artigo_alceu_antonio_filipaki.pdf Acesso em 10/08/2020

FIORAVANTI, Carlos. A maior diversidade de plantas do mundo. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 241, p. 42-47, mar. 2016. Ecologia. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/03/21/a-maior-diversidade-de-plantas-do-mundo/>. (Acesso em: 20/08/2019).

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 1.ed., 3.reimpr. São Paulo: Moderna, 2004.

NEIRA, Marcos Garcia. A proposta curricular do Estado de São Paulo na perspectiva dos saberes docentes. **Revista brasileira de educação física e esporte**, São Paulo, v. 25, n. 6, p. 23-27, 2011.

PAULA, Adelgício Ribeiro de *et al*. **Proposta curricular do Estado de São Paulo**: novos papéis ou continuísmo na prática escolar do professor coordenador?. Tese de doutorado. Universidade federal de São Carlos. 2012.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que serve saber Botânica? **Estudos Avançados** v. 30. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

SALOMÃO, Alexandre França. **Pesquisas etnográficas em educação física escolar: um balanço de dissertações e teses**. 2017. 152 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017

SANFELICE, José Luís. A política educacional do Estado de São Paulo: apontamentos. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 17, n. 18, 2010.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação **Currículo Paulista** - Volume I. 2019 Disponível em http://www.escoladeformacao.sp.gov.br/portais/Portais/84/docs/pdf/curriculo_paulista_26_07_2019.pdf (Acesso em 20/07/2020)

_____.(Estado) Secretaria da Educação **Currículo Paulista** - Volume II. 2019 Disponível em https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/sites/7/2020/08/CURR%C3%8DCULO%20PAULISTA%20etapa%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf (Acesso em 10/08/2020)

.(Estado) Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo**: Ciências da Natureza e suas tecnologias / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. — 1. ed. atual. — São Paulo: SE, 152 p. 2011.

SÃO PAULO (SP). Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria Pedagógica. **Currículo da cidade**: Ensino Fundamental: componente curricular :Ciências da Natureza. — 2.ed. — São Paulo : SME / COPED, 2019.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 16 (1), pp. 59-77, 2011.

SILVA, Marcio Antonio. Currículo por competências ou currículo crítico? Uma análise da Proposta Curricular do Estado de São Paulo. **Boletim Gepem**, v. 55, p. 113-132, 2009.

SILVA, P. G. P. **O ensino da Botânica no nível fundamental: um enfoque nos procedimentos metodológicos.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP/Campus de Bauru, São Paulo. 2008. 148p.

TAVARES, Leandro Henrique Wesolowski. Analisando a autonomia do professor na nova proposta curricular do estado de São Paulo para o ensino de Química. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2009.

UNO, Gordon E. Botanical literacy: What and how should students learn about plants?. **American journal of botany**, v. 96, n. 10, p. 1753-1759, 2009.

URSI, S. et al. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados** v. 32. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2018

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v.47, p.2-9, 2001

YOUNG, M. Superando a crise na teoria do currículo: uma abordagem baseada no conhecimento. **Cadernos Cenpec**, v.3, n.2, p.225-250, jun. 2013. São Paulo: 2013.

4

Aprendizado ativo: conceito, história e práticas

DIEGO TAVARES VASQUES
DTVASQUES@GMAIL.COM
CENTER OF GLOBAL COMMUNICATION STRATEGIES COLLEGE OF ARTS AND SCIENCES
THE UNIVERSITY OF TOKYO
3-8-1 KOMABA, MEGURO-KU, TOKYO
153-8902, JAPAN

KELMA CRISTINA DE FREITAS

SUZANA URSI

Neste capítulo as ideias de *aprendizado ativo* serão apresentadas com o intuito de introduzir a segunda metade do livro, onde os trabalhos desenvolvidos serão discutidos. O objetivo do capítulo é colocar em contexto o que é definido como *aprendizado ativo*, discutindo o conceito historicamente e mundialmente. Além disso, trazemos trabalhos que discutem a eficiência e as dificuldades dos métodos baseados no conceito. Não é objetivo do capítulo vender a ideia de aprendizado ativo como a única, ou a melhor estratégia para o ensino de botânica. O(a) leitor(a) deve entender que, assim como as origens do conceito vem de métodos e princípios diversos, a sua aplicabilidade também pode variar dependendo do conteúdo e do contexto discutido.

Para isso, o capítulo será dividido em três momentos: no primeiro momento "O que é Aprendizado ativo?", o conceito de aprendizado ativo vai ser definido e comparado entre diferentes disciplinas. Exemplos de estudos e propostas de ensino com *aprendizado ativo* serão explorados para desenhar o conceito. A ideia é comparar materiais disponíveis em plataformas de diferentes universidades e institutos de pesquisa em educação. Na sequência, "Aprendizado ativo — evidências e estudo de caso", iremos comparar pesquisas que tentam avaliar as contribuições efetivas para a aprendizagem a partir do processo de ensino baseado em *metodologias ativas*. A partir de artigos em diferentes áreas de ensino que usam tais metodologias ativas, o subcapítulo terá como objetivo mostrar a dificuldade de uma análise que justifique seu emprego de modo universal. Ao mesmo tempo, o subcapítulo irá trazer estudos de casos mostrando que as metodologias podem ser encaradas como uma possibilidade de ensino pelo professor. E finalmente, no subcapítulo "Técnicas de Aprendizado ativo", traremos uma lista de estratégias mostradas de forma sistemática para que o(a) professor(a) use em sala de aula.

O que é aprendizado ativo?

O termo *Aprendizado Ativo* (do inglês *Active Learning*), como descrito por Prince (2004), não possui uma definição universal. Isso é devido ao fato de autores definirem o termo ao redor de diferentes práticas, e em diferentes contextos. No entanto, existem alguns aspectos gerais que podem ser usados para definir o termo. *Aprendizado Ativo* pressupõe engajamento do(a) aluno(a) na atividade de ensino-aprendizado, refletindo inclusive sobre o processo educativo em que está inserido. Em outras palavras, é central ao conceito de *Aprendizado Ativo* que o(a) aluno(a) seja colocado(a) como *ator central do processo*, em contrapartida ao estilo tradicional onde o(a) professor(a) se posiciona a frente dos alunos, transmitindo conhecimento. A **FIGURA 1** compara os dois modelos de forma esquemática: no modelo tradicional, os alunos têm uma posição passiva no processo, e o(a) professor(a) é visto(a) como uma figura de referência. A transmissão de conhecimento é unidirecional (representada pelas setas na figura) e sua retransmissão a outros pares pelos alunos é rara e menos eficiente. Em contrapartida, no modelo de *aprendizado ativo*, as interações são multidirecionais e há uma maior riqueza de engajamento e interação entre pares, incluindo pares não inseridos diretamente no contexto de sala de aula (como familiares e amigos).

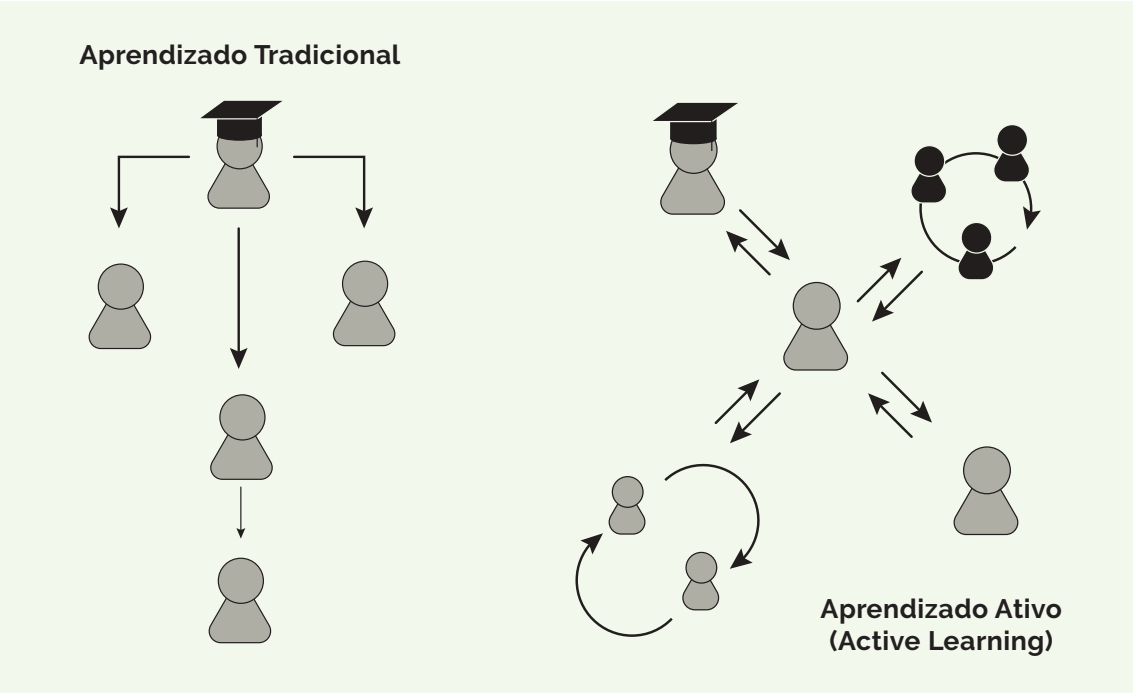


FIGURA 1 Comparação esquemática entre o modelo de aprendizado tradicional (a esquerda) e o modelo de aprendizado ativo (a direita). O esquema inclui personagens em cinza representando alunos de uma sala de aula, com a presença de um professor (representado pela personagem com o chapéu de mestre). Personagens em preto representam pares não inclusos diretamente no contexto de sala de aula, mas influenciados pelos alunos de alguma forma (e.g. familiares, amigos, etc.).

Aprendizado Ativo é um modelo de ensino baseado em diferentes métodos e práticas. Alguns exemplos de métodos de *Aprendizado Ativo* são o método de aprendizado cooperativo (JOHNSON, JOHNSON & SMITH, 1998a, 1998b) e o método de aprendizado baseado em problemas/projetos (WOODS, FERLDER & STICE, 2000). Apesar desses métodos apresentarem estratégias e objetivos diferentes, ambos são classificados dentro do âmbito do *Aprendizado Ativo* por colocarem alunos em uma posição central do processo de ensino-aprendizagem, tomando decisões e participando de forma ativa. Além disso, são práticas comuns em aulas baseadas em *aprendizado ativo* que: (1) pausas regulares sejam oferecidas durante a explanação para perguntas ou atividades; e (2) o engajamento do(a) aluno(a) seja constantemente promovido, com o desenho de atividades ao redor de objetivos claros, tentando promover momentos de reflexão crítica sobre o que está sendo discutido.

Outro aspecto central às discussões sobre *Aprendizado Ativo* gira em torno do fato de que aprender "o que" e aprender "como" são duas coisas distintas e que, portanto, requerem diferentes abordagens. O trabalho de revisão de

Michael (2006) traz alguns exemplos de como métodos de *Aprendizado Ativo* influenciam o ensino de Fisiologia. De acordo com o autor, alguns assuntos são mais facilmente transferidos do que outros. Por exemplo, mesmo que o(a) professor(a) indique no programa de sua disciplina que conceitos de matemática e física são requisitos prévios para o curso, muito alunos tem dificuldade de aplicar o conhecimento em outros contextos, inclusive em casos em que tenham tido as disciplinas anteriormente. Aprender envolve a construção ativa de significado pelo(a) aluno(a). Essa ideia é bastante relacionada ao conceito de *construtivismo*, tendo como premissa o processo de aprendizado como algo que se baseia em uma bagagem prévia, a qual é constantemente confrontada e assimilada a novos conceitos.

O termo *construtivismo* foi inicialmente cunhado por Jean Piaget, em 1967. A ideia central por traz da teoria construtivista é de que o indivíduo é responsável por criar e modelar suas representações do mundo, indo de contramão ao *objetivismo*, o qual coloca o indivíduo como um ser passivo a influência dos objetos ao seu redor (CASTANON, 2015). De fato, não só a dimensão individual, mas também as relações sociais e o contexto em que alunos estão inseridos são de profunda influência no processo de ensino-aprendizagem. Assim, é possível traçar uma linha de raciocínio ligando as ideias construtivistas de Piaget, com o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky (1978). Para Vygotsky, pensamento, linguagem e cultura são interligados, de forma que ensino e aprendizagem se tornam processos sociais (JONES, RUA, & CARTER, 1998). Em outras palavras, ambos autores vêem o processo de aprendizagem como ativo e não automático, e profundamente atrelado ao aluno como principal ator.

No Brasil, os PCNs trazem uma abordagem sociointeracionista e construtivista, não sugerindo métodos, mas sim concepções e posicionamentos. Como Angelini (2006) explica, o construtivismo 'desabou na cabeça dos professores brasileiros nas décadas de 70 e 80'. O construtivismo não é um método, mas uma filosofia/ um olhar sobre um fenômeno. De acordo com Angelini (2006), as mudanças ocorridas na Lei nº 11.274 de fevereiro 2006, que incluíam a mudança para o ciclo de 9 anos, não foram acompanhadas de suporte aos professores, gerando uma falta de pensamento crítico sobre políticas que são instauradas, falta de poder de manejo e criatividade para implementar novas ações, descontentamento e perda de autonomia pelos professores brasileiros. A questão que o artigo levanta é quais são as motivações por traz disso, e quais as possíveis implicações. Neste contexto, surge a questão se o problema da

educação no Brasil é apenas um problema de método, ou se é um problema de diferente natureza. Entendemos, assim, a necessidade de exploração de métodos inovadores que levam em consideração a participação ativa de alunos dentro do escopo proposto pelos PCNs e BNCC.

Em relação a Biologia, Michael (2006) diz que a disciplina é bastante diferente de outras áreas de estudo por: (1) integrar conhecimentos de outras disciplinas, como química e física, para seu entendimento; (2) incluir subtemas que se inter-relacionam muito, tendo até sobreposições de assuntos entre sub áreas; e (3) entender biologia requer que o aluno entenda o mesmo fenômeno em diferentes instâncias (*e.g.*, nível molecular *versus* nível de sistema). Tudo isso afeta a maneira como o aprendizado ativo deve ser explorado, e abordagens devem ser variadas, de acordo com a área de estudo e os objetivos a serem alcançados. Algumas ideias interessantes que ajudam a ilustrar a variedade de abordagens que podem ser tomadas incluem a metodologia de mapas de conceito (NOVAK & GOWIN, 1984), o conceito de aprendizado significativo (MINTZES, WNDERSEE & NOVAK, 1998), e a ideia de aprender com entender (SIMON, 2001).

De fato, Biologia é uma das áreas de estudo mais intrinsicamente ligada aos conceitos de *Aprendizagem Ativa*: aulas de laboratório, arguições e demonstrações são muito comuns em aulas de Biologia, e estes momentos são muito ricos para o aprendizado. No entanto, Timmerman et al. (2011) mencionam que laboratórios didáticos que promovem situações educacionais sem resposta definida são ainda raros. Muitas das aulas de laboratório se valem de atividades protocoladas com um resultado esperado a vista: um cenário muito diferente do que se encontra num ambiente real de pesquisa. Apesar de aulas protocoladas de laboratório serem também efetivas, o professor deve incluir em seu currículo atividades sem respostas definidas, a fim de estimular o pensamento criativo e crítico no laboratório. Um exemplo interessante é o do projeto ALESS (*Active Learning of English for Science Students*) da Universidade de Tóquio (Japão). O projeto ALESS é um curso interdisciplinar de escrita acadêmica para alunos do 1º ano de graduação em ciências gerais pela Universidade de Tóquio (Japão). Neste curso, alunos utilizam de um laboratório didático (ALESS Lab) para desenvolver um projeto sob orientação de seus professores. Os alunos têm certa liberdade de escolha de tópicos, e devem planejar, organizar, implementar e reportar os resultados em um manuscrito em inglês. O laboratório, então, se torna um ambiente que mimetiza a cultura e práticas da ciência (YAMAMURA, VASQUES & GALLY 2016).

No entanto, é ainda observada uma falha entre a teoria (i.e., ideias construtivistas, aprendizado ativo) e prática (i.e., métodos), resultando muitas vezes em uma resistência ao uso de estratégias de ensino ativo pelo professor. São diferentes as razões apontadas: (1) desconhecimento da eficácia dos métodos de *aprendizado ativo*; (2) desconsideração deliberada aos métodos, por se entender que os métodos atuais (i.e., tradicionais) já são suficientes; e (3) receio de tentar novas técnicas ou dificuldades de aprendizagem/implementação das mesmas (HANDELSMAN, MILLER & PFUND, 2007). Aplicamos aqui o conceito de *professor observador e pesquisador*, e temos como principal objetivo deste capítulo facilitar a instrução para técnicas de aprendizado ativo através da demonstração de métodos e de pesquisas. Entendemos também que as Universidades não devem ser contra mudanças e que professores precisam se basear em métodos mais científicos para avaliação de suas metodologias. Como apontado por Handelsman, Miller e Pfund (2007), professores e universidades devem usar mais métodos avaliativos testados e validados para avaliar e aprimorar seus currículos. Além disso, departamentos de ciências precisam integrar mais classes e conteúdos relacionados a educação em seus currículos, e universidades precisam criar mais espaços para divulgação de práticas educativas, colocando mais ênfase em técnicas inovadoras. Com este contexto em mente, escrevemos este capítulo.

Aprendizado ativo — Evidências e Estudos de Caso

A questão então levantada por muito educadores é se o *Aprendizado Ativo* realmente é mais eficaz que métodos tradicionais. Como explicado por Prince (2004), apesar de haverem vários estudos tentando quantificar a eficácia de metodologias ativas, não há suporte empírico suficiente para se chegar a conclusões definitivas acerca da eficácia do modelo. Isso se deve ao fato mencionado anteriormente que diferentes autores aplicam dimensões distintas para categorizar o que é *aprendizagem ativa*. Diferenças de contexto também são fatores que influenciam a análise da eficácia de tais métodos. Por isso, novamente, o *Aprendizado Ativo* não deve ser visto como um método, mas como uma abordagem. Isto significa que, diferentes métodos dentro desta abordagem podem ser comparados separadamente de forma prática, mas também significa que o mesmo método pode funcionar bem em um contexto e não em outro.

Estudos baseados em meta-análise, combinando dados de diferentes trabalhos, como o apresentado por Freeman et al. (2014), mostram-se bastante relevantes para a discussão da eficácia de métodos de *Aprendizado Ativo*. Freeman et al. (2014) compilaram 225 estudos, computando dados relativos a notas em exames e grau de reprovação em cursos de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Foi observado que a performance dos alunos melhorou, e que o grau de reprovação diminuiu em um ambiente de ensino ativo, com alunos em classes tradicionais tendo chance de falhar 1,5 vezes maior, e alunos sob condições de ensino ativo apresentando notas finais 6% maiores. Não obstante, a pesquisa também evidenciou que os efeitos do ensino ativo são mais evidentes em classes menores (menos que 50 alunos) e que usam inventários conceituais[1] ao invés de provas tradicionais para a avaliação.

Em um outro exemplo de artigo experimental tentando comparar métodos de ensino em dois contextos diferentes, Deslauriers, Schelew e Wieman (2011) demonstraram eficácia de métodos de *Aprendizado Ativo* em alunos do curso de graduação em física da Universidade de British Columbia. No experimento, um dos grupos de alunos (grupo controle) foi instruído por um professor experiente, com muitos anos de carreira e que não recebeu nenhum treinamento específico em direção a atividade. O grupo experimental, por sua vez, foi instruído por um pós-doutorando seguindo instruções pré-estipuladas, e recebendo um treinamento de 3 horas sobre como coordenar as aulas de maneira interativa. As aulas para o grupo experimental eram organizadas em subseções que se repetiam: mini-testes; atividade ativa em grupos pequenos; e feedback do professor. Os dois professores teriam que cobrir os mesmos objetivos em uma semana de aulas, e o desenho das aulas girou em torno da ideia de "prática deliberada": alunos tinham que resolver uma série de exercícios e problemas complexos, e, para isso, o professor precisava aplicar em suas aulas estratégias de raciocínio crítico e resolução de problemas. Como resultado, alunos no grupo experimental alcançaram notas até 2 vezes maiores no teste, evidenciando uma diferença significativa entre os grupos. A maioria dos alunos também reportaram em questionários que tinham aproveitado melhor as aulas experimentais e demonstrativas, e que sentiam que

1 Inventários conceituais (do inglês, concept inventories) são ferramentas de avaliação de conhecimentos conceituais que são produzidas a partir de pesquisa em Ensino de um determinado assunto. Estas ferramentas podem ser usadas em diferentes pontos do semestre para avaliação tanto dos conhecimentos prévios do aluno, como para avaliação de seu desenvolvimento ao longo do semestre. Existem poucas publicações sobre inventários conceituais para Biologia em português. Uma lista de publicações em inglês está disponível através do URL: https://www.asbmb.org/getmedia/2036dd0d-f046-495c-a38c-888780af9f88/concept-inventories.pdf.

poderiam ter maior proveito de outras disciplinas se essas também fossem administradas de maneira interativa.

As razões apontadas para a eficácia dos métodos de *Aprendizado Ativo* são atribuídas a diferentes esferas e atores do processo ensino-aprendizagem. Do lado dos alunos, estudos apontam diferenças de percepção do processo de aprendizagem de acordo com a metodologia aplicada. Machemer e Crawford (2007) compararam a percepção de alunos sobre aprendizado ativo, aprendizado cooperativo e aprendizado tradicional[2] em uma única classe. Os alunos investigados avaliaram as diferentes atividades a que foram expostos em uma escala de 1 a 5, e o experimento foi replicado em 4 semestres. Como resultado, menores valores para avaliação foram observados para atividades cooperativas, mesmo que em geral os valores médios da avaliação dos alunos sobre todas as atividades foram relativamente altos (>3 pontos). Atividades tradicionais e ativas obtiveram maior avaliação relativa e em similares escalas (não houve uma diferença significativa entre elas).

Em um outro estudo por Smith e Cardaciotto (2011), atividades foram dadas a alunos de um curso introdutório a psicologia em uma universidade norte-americana, sendo que um grupo teve que completar atividades baseadas em *metodologias ativas*, enquanto outro grupo realizou *revisão de conteúdos* de um livro-texto. Atividades baseadas em *metodologias ativas* requeriam que os alunos descobrissem e aplicassem informação, enquanto que as atividades baseadas em *revisão de conteúdos* (ex. exercícios de palavra-cruzada e verdadeiro-falso) demandavam uma atitude mais passiva dos alunos. Alunos reportaram como se sentiram em relação as atividades através de questionários, relacionando três aspectos: (1) retenção de informação; (2) engajamento; e (3) atitudes em relação ao curso. Alunos no grupo de *metodologia ativa* reportaram maiores valores para retenção de informação e maior engajamento com os materiais. Em contrapartida, valores para atitudes em relação ao curso (incluindo o quanto alunos aproveitaram o curso e avaliação geral do curso), foram maiores para o grupo de *revisão de conteúdo*. Esse estudo evidencia que aulas expositivas são importantes para equipar alunos com conhecimento que não pode ser obtido em outros locais. No entanto, aulas expositivas também reforçam a posição passiva e descontextualizada do aluno. Sem mencionar que alunos podem se ver

2 Aqui, o aprendizado tradicional é descritivo do modelo em que o professor é o principal ator do processo de Ensino. Em contrapartida, o aprendizado ativo e o aprendizado colaborativo colocam mais ênfase no papel do aluno neste processo. Além disso, no aprendizado colaborativo, ênfase é dada no trabalho conjunto de alunos em direção a uma tarefa.

sobrecarregados de informação, caso não tenham competências procedimentais suficientemente treinadas para captar, internalizar e significar os conteúdos. Isso pode afetar negativamente o aprendizado.

Por outro lado, alguns estudos focam nos efeitos do *Aprendizado Ativo* na prática e treinamento de instrutores. Benware e Deci (1984) investigaram a diferença entre aprender um tópico através de materiais que te *ensinam a ensinar* sobre o tópico (treinamento de professores/ tutores), contra aprender através de materiais que te preparam para ser testado sobre o assunto (através de provas escritas, por exemplo).

A hipótese dos autores pressupunha que o aprendizado é mais efetivo quando o instrutor em treinamento é exposto a materiais que lhe ensinam a ensinar sobre o tópico. A relação argumentativa gira em torno do conceito de motivação intrínseca versus motivação extrínseca: materiais que ensinam a ensinar trabalham com mais motivos intrínsecos ao aluno, levando a um aprendizado mais ativo. Para o teste, alunos de 1º ano da universidade de Rochester receberam um texto sobre funcionamento do cérebro. Metade dos alunos foi informada que teriam um teste sobre o texto, e outra metade dos alunos foi informada que deveriam estudar o texto para ensinar outros alunos sobre os conteúdos. Após duas semanas, todos os alunos responderam a um questionário sobre interesses intrínsecos e foram avaliados sobre os conteúdos do texto através de perguntas. A pesquisa mostrou que participantes do grupo que se preparou para ensinar mostraram maior interesse pelo assunto, maior engajamento e maior tendência a disponibilizar tempo extra para a atividade. Além disso, alunos do mesmo grupo (i.e., alunos que se prepararam para ensinar outros alunos) apresentaram maiores notas para aprendizado conceitual. Nenhuma diferença foi observada entre grupos a respeito da memorização de conteúdos.

As pesquisas com o tema de *Aprendizado Ativo* não só trazem evidências para a sua eficácia no ensino de conceitos e procedimentos, mas também trazem evidências de sua influência no campo atitudinal. O estudo apresentado por Braxton et al. (2008) demonstrou o papel de métodos de *Aprendizado Ativo* na persistência de alunos na universidade. Os autores apontam a *integração social* de alunos como um forte determinante para a manutenção da permanência na universidade. O conceito de integração social inclui o quão atitudes, valores, crenças e normas da instituição de ensino estão em congruência com a própria percepção do aluno. A hipótese trabalhada no estudo foi a de que o quanto mais professores e instituições se valem de

práticas de aprendizado ativo, mais os alunos tendem a perceber preocupação da instituição pelo bem-estar dos alunos e, consequentemente, maior é o tempo de permanência do aluno na instituição de ensino. A pesquisa teve como alvo alunos de 1º ano de oito universidades americanas. Os investigadores aplicaram questionários que perguntavam sobre características pessoais, nível de dedicação dos alunos e da instituição em diferentes momentos, nível de integração social e grau de persistência no curso. Dentre as correlações observadas pelos autores, destacam-se: (1) uso de aprendizagem ativa e melhor percepção da preocupação da universidade com o bem-estar dos alunos; (2) preocupação da universidade com o bem-estar e influência positiva na integração social entre alunos; (3) nível de integração social e maior dedicação ao curso; e (4) dedicação institucional positivamente influenciando o nível de permanência no curso. De fato, alunos expostos a práticas de aprendizado ativo tendem a ter uma maior compreensão do curso como um todo, e vêem a trajetória educacional como mais compensadora. Além disso, atividades ativas promovem maior interação entre alunos, promovendo, por sua vez, relações de amizade mais consolidadas além da sala de aula (BRAXTON, MILEM, & SULIIVAN, 2000).

Metodologias de aprendizado ativo

Tendo como base teórica e argumentativa as sessões anteriores deste capítulo, em seguida apresentaremos uma série de diretrizes para o desenho de aulas de Biologia (em específico, Biologia de Plantas) usando metodologias e conceitos de *Aprendizado Ativo*. Os materiais e ideias descritos daqui em diante são baseados em workshops e disciplinas trabalhadas na Universidade de São Paulo desde 2017. No artigo escrito por Vasques e Ursi (2020) trazemos uma descrição dos workshops, assim como os materiais usados para os trabalhos em grupo. Escrevemos este capítulo com intuito de apresentar e demonstrar métodos de *Aprendizado Ativo* aplicados a aulas de Biologia de Plantas. O intuito não é enaltecer estas metodologias como única e melhor prática a ser seguida, mas sim prover professores com um modelo a ser comparado, discutido, aplicado e melhorado dependendo do contexto específico.

Programa da disciplina

O primeiro passo para o desenho de uma aula ou um curso baseado em métodos de *aprendizado ativo* é decidir por temas e objetivos a serem alcançados. Os temas a serem discutidos vão variar dependendo do público que você atende. Para o ensino formal de Ciências e Biologia no Brasil, a BNCC (BRASIL, 2018) e os diversos currículos estaduais e municipais funcionam como um norte para estabelecimento de temas e objetivos ao longo do ano. Ter um programa escrito é comprovadamente uma maneira eficaz de garantir o sucesso de metodologias ativas. Estudos mostram que programas escritos promovem um maior entendimento dos papéis de um curso no currículo, funcionando inclusive como uma ferramenta de avaliação de quais habilidades estão sendo efetivamente exploradas pela disciplina (EBERLY, NEWTON, WIGGINS, 2001; AMBROSE, BRIDGES, DIPIETRO, LOVETT, & NORMAN, 2010).

Abaixo, disponibilizamos um modelo de programa que o professor pode usar em sala de aula (Referência no **APÊNDICE 1**):

a. Título do curso

O título precisa ser descritivo da disciplina e conter entre 10 — 15 palavras. Tente incluir no título algum conceito ou habilidade que será aprimorado durante o curso.

b. Descrição do curso

A descrição do curso tem como objetivo informar o aluno das regras gerais, e do formato e conteúdos do curso. Esta descrição também tem papel de colocar o aluno(a) a par do que será trabalhado. Assim, a descrição age como uma ferramenta que dá poder ao aluno dentro do processo de *Aprendizado Ativo*. Por isso, a descrição deve ser escrita tomando cuidado em colocar o aluno como ator principal do processo. A descrição do curso deve ser escrita em cerca de 300 palavras e incluir: descrição dos temas abordados pelo curso; objetivos gerais do curso; pré-requisitos; e expectativas de aprendizado. As expectativas de aprendizado são particularmente importantes para o processo de inclusão ativa do aluno(a) no sistema de ensino-aprendizagem. Ao descrever as expectativas, tente incluir verbos que descrevam habilidades a serem aprimoradas durante o curso.

c. Palavras-chave

Palavras-chave são importantes em contextos em que alunos são expostos a diferentes disciplinas, como em universidades. As palavras-chave servem como descritivos do curso e são úteis para a busca e seleção de disciplinas de interesse pelo(a) aluno(a). Inclua entre quatro e seis palavras-chaves no seu programa.

d. Cronograma

O cronograma serve duas funções: primeiramente, serve como uma ferramenta de organização, tanto para instrutores, como para alunos, promovendo participação ativa no processo; além disso, cronogramas ajudam instrutores a comunicarem de forma concreta objetivos e metas específicos a cada atividade/ classe. Para isso, sugerimos que o cronograma seja desenhando em forma de tabela, seguindo o modelo da **TABELA 1**.

e. Métodos de Ensino

É importante deixar claro em seu programa de disciplina quais métodos de ensino vão ser usados ao longo do curso: atividades em grupo, projetos escritos, provas, entre outros. Ao descrever seus métodos de ensino, inclua explicações de quais são as expectativas de aprendizado para o curso. Como sugestão de modelo, você pode organizar as expectativas de aprendizado de acordo com a **TABELA 2**.

f. Métodos de avaliação

Métodos de avaliação também devem ser descritos nesta seção, incluindo um planejamento detalhado de como as notas serão calculadas, e com quais pesos. Sugerimos a distinção de quais métodos serão *Somativos* e quais serão *Formativos* (DA SILVA, MATOS, & ALMEIDA, 2014). Os critérios para avaliação também podem ser informados aos alunos no formato de uma tabela, como demonstrado na **TABELA 3**.

g. Recursos e Referências

Por fim, inclua informações sobre: referências bibliográficas a serem usadas durante o curso; recursos físicos (e.g., informações sobre museus, herbários) e digitais (e.g., link para Google classroom); e informações para contato com o(a) professor(a).

Estratégias

Com o programa da disciplina bem organizado, o(a) professor(a) pode então partir para o planejamento de atividades isoladas. As metodologias sugeridas neste capítulo vão sempre tomar em consideração o conceito de Zona Proximal de Desenvolvimento de Vygotsky (VYGOTSKY, 1978). Como descrito na **TABELA 4**, atividades que promovem o desenvolvimento de cognição e habilidades podem ser divididas em três zonas: a *Zona de Desenvolvimento Real*, na qual o aluno é exposto a atividades que consegue desenvolver sozinho; a *Zona de Desenvolvimento Potencial*, na qual o aluno é completamente exposto a coisas alienígenas a sua realidade e na qual, em geral, o aluno não consegue se desenvolver por conta própria; e a *Zona de Desenvolvimento Proximal*, intermediária as outras duas zonas e onde o aluno, ainda que exposto a novas experiências, consegue se desenvolver quando assistido. A zona intermediária de Desenvolvimento Proximal é ideal para o desenvolvimento de atividades baseadas em metodologias ativas. É nesta zona que os alunos são expostos a desafios e tem oportunidade de agir ativamente em sua elaboração.

TABELA 1

Modelo de Cronograma para aulas semanais de uma disciplina de graduação em Sistemática e Taxonomia de plantas. A tabela é organizada em semanas, e inclui informação detalhada sobre objetivos, métodos e tarefas esperadas dos alunos.

DATA	TÍTULO DA AULA	OBJETIVOS	MÉTODOS	TAREFAS
SEMANA 1	AULA DE INTRODUÇÃO	- Explanação do Programa - Conceitos de Evolução - Evidências da Evolução	- Entrega de instruções escritas - Apresentação de slides	Ler capítulo x do livro-texto para próxima aula
SEMANA 2	AS PLANTAS TERRESTRES	- Alternância de gerações - Diversidade de plantas (grandes grupos)	- Apresentação de slides - Livro-texto (Capítulo x)	Fazer pesquisa sobre diversidade grupos de plantas terrestres
SEMANA 3	TAXONOMIA DE PLANTAS	- Taxonomia e Sistemática filogenética - Herbários e Museus	- Visita ao Herbário - Discussão em grupo	Escrever relatório em grupo sobre a visita ao herbário
...	...	...	...	...

TABELA 2

Modelo de tabela para organizar expectativas de aprendizagem em um curso sobre Ensino de Botânica. As expectativas são separadas em três categorias: cognição, habilidades e atitudes. As descrições de cada categoria são baseadas em palavras que refletem competências a serem alcançadas (marcados em **NEGRITO**).

COGNIÇÃO	HABILIDADES	ATITUDES
COMPREENDER os principais objetivos, desafios e possibilidades para a abordagem da Botânica na Educação Básica.	**RECONHECER** a contextualização e as metodologias ativas de aprendizagem como abordagens promissora para o Ensino de Botânica.	**IDENTIFICAR** a Pesquisa em Ensino de Botânica como uma das emergentes no cenário da Pesquisa em Ensino de Ciências.
CONHECER os panoramas do Ensino de Botânica na Educação Básica no Brasil, **REFLETINDO** sobre os pontos de melhora.	**SER CAPAZ DE ELABORAR** e refletir sobre estratégias baseadas nesta abordagem.	**PROMOVER UM INTERCÂMBIO** de conhecimento e experiências entre alunos e docentes expostos a diferentes ambientes de ensino.
	DESENVOLVER HABILIDADES de comunicação oral (por meio de apresentação de trabalho realizado em grupo), **ESCRITA** (por meio da elaboração de portfólio individual) e **LEITURA** (por meio de leitura, interpretação e discussão de textos pertinentes da área tratada na disciplina).	**PROMOVER AUTOCONFIANÇA** em lecionar, em específico conteúdos de botânica.

TABELA 3

Modelo de Tabela de Critérios de Avaliação. A tabela aqui mostrada descreve critérios de avaliação dentro de três categorias: Trabalho escrito, Apresentação e Participação. As colunas a direita são usadas para prover alunos com um retorno avaliativo.

			AVALIAÇÃO		
CATEGORIA	**CRITÉRIO**	**DESCRIÇÃO**	**FRACO**	**MÉDIO**	**FORTE**
1 TRABALHO ESCRITO	CAPA	Inclui imagem que descreve a vivência da disciplina			
	INTRODUÇÃO	Motivações e expectativas iniciais são claramente descritas			
	EMBASAMENTO TEÓRICO	Apresenta um breve resumo do que foi tratado durante as aulas e realiza uma análise mais abrangente sobre os tópicos			
	TRABALHO EM GRUPO	Descreve as atividades realizadas, principais aprendizagens e desafios do grupo e individuais			
	REFLEXÕES	Apresenta reflexões sobre o processo de leitura e elaboração do portfólio			
2 APRESENTAÇÃO	TEMA	O tema é relevante para o ensino de botânica			
	PANORAMA	O panorama do tema na Educação Básica brasileira é explicado			
	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	Apresenta uma revisão bibliográfica relevante			
	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	A atividade é descrita seguindo os modelos apresentados durante o curso			
	ORGANIZAÇÃO	Materiais/ slides são claros e bem organizados, apresentados			
	APRESENTAÇÃO	A apresentação é clara e dentro do limite de tempo			
3 PARTICIPAÇÃO		Participação ativa durante as atividades em sala é evidente			

TABELA 4

Descrição do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal — ideia proposta por Vygotsky (1987). Atividades, são categorizadas em três zonas distintas de acordo com as possibilidades e dificuldades que alunos encontram em relação ao seu próprio desenvolvimento cognitivo.

ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO	DESCRIÇÃO
ZONA DE DESENVOLVIMENTO POTENCIAL	O aluno não consegue desempenhar a tarefa sozinho
ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL	O aluno consegue desempenhar a tarefa quando assistido
ZONA DE DESENVOLVIMENTO REAL	O aluno consegue desempenhar a tarefa sozinho

Desenhando aulas/ atividades

Tanto o desenho de aulas completas, como o desenho de atividades individuais seguem o mesmo protocolo. Sugerimos que o(a) professor(a) organize a aula/ atividade em três momentos: *Introdução*, *Desenvolvimento* e *Conclusão*. No momento inicial (*Introdução*), o(a) professor(a) deve explicar quais são os objetivos da atividade e quais as expectativas. É importante ter objetivos específicos, claros e tangíveis para que o aluno possa manter sua autonomia durante a atividade. Deixar claras as expectativas que o(a) professor(a) tem também ajuda alunos a organizarem seu tempo e a engajarem de forma mais ativa. É interessante também incluir uma revisão do que foi discutido no curso até o momento, com intuito de contextualizar os alunos.

O segundo estágio (*Desenvolvimento*) corresponde a implementação das atividades. No estágio de desenvolvimento, o(a) professor deve ter em mente: número de alunos, contexto da atividade, objetivos e expectativas, tempo e recursos. Existe uma grande variedade de metodologias ativas que podem ser usadas. Aqui, iremos apresentá-las dentro de quatro categorias: (a) Metodologias úteis para fixação e discussão de conceitos (**TABELA 5**); (b) Metodologias úteis para revisão de conceitos e avaliação (**TABELA 6**); (c) Metodologias úteis para mobilização de conceitos e habilidades (**TABELA 7**); e (d) Metodologias úteis para aplicação de conceitos, resolução de problemas e desenvolvimento de pesquisa (**TABELA 8**). As metodologias descritas nas tabelas 5 a 8 servem diferentes propósitos e podem ser combinadas entre si. Sugerimos que o(a) professor(a) organize a sua aula em blocos de aproximadamente 20 minutos, intercalando atividades com explicações, ou avaliações.

O terceiro e último momento da aula (**CONCLUSÃO**) é vital para a fixação de conceitos, correção de ideias mal compreendidas e para o sucesso da construção de ideias entre classes (e.g., ao longo de um curso semestral se for o caso). Guarde 10 - 20 minutos do fim da sua aula para realizar algumas atividades de auto avaliação ou de revisão com os seus alunos. Atividades como *Redação de Minuto*, *Tabela de Revisão* e *Tabela de Trabalho* (**TABELA 6**) são muito úteis para revisões periódicas, enquanto que a atividade *Rede de Palavras* (**TABELA 7**) é uma forte ferramenta para uma revisão de final de semestre.

TABELA 5

Metodologias úteis para fixação e discussão de conceitos. Metodologias são descritas em relação ao tempo de implementação, grupo alvo, e objetivos.

METODOLOGIA	OBJETIVO	TEMPO	ALVO	TAREFAS
PENSANDO EM PARES	DISCUTIR E FIXAR CONCEITOS; PROJETOS; RESOLVER PROBLEMAS	5 - 20 MIN	Pares	Em pares, alunos discutem uma questão objetiva. Os alunos devem sumarizar as ideias para apresentar ao resto dos grupos depois.
GRUPOS MURMURANTES		5 - 20 MIN	Grupos	Similar ao "Pensando em pares", mas em grupos. Mais apropriado para projetos de pesquisa.
BOLA-DE-NEVE	PROJETOS; RESOLVER PROBLEMAS; DESENVOLVER IDEIAS COMPLEXAS	10+ MIN	Grupos Toda a sala	Indicado para projetos ou questões complexas que demandam vários passos de reflexão. Similar ao "Grupos murmurantes", mas o instrutor deve agir como um facilitador, indicando novas questões a serem desenvolvidas em diferentes passos da atividade.
EXERCÍCIO DE CANTOS		20+ MIN	Pares, grupos	Similar ao "Bola de Neve", mas utilizando o espaço da sala de aula. Cada questão a ser explorada é espalhada pela sala de aula, exigindo que os alunos se locomavam.

TABELA 6

Metodologias úteis para revisão de conceitos e avaliação. Metodologias úteis para aplicação de conceitos, resolução de problemas e desenvolvimento de pesquisa

METODOLOGIA	OBJETIVO	TEMPO	ALVO	TAREFAS
REVISÃO EM PARES	REVISÃO; DESENVOLVER HABILIDADES ACADÊMICAS	15 - 30 MIN	Pares, trios	Alunos em duplas ou trios revisam/ discutem algum produto da aula ou de dever de casa. Exige um nível mais elevado de compreensão dos conteúdos por parte dos alunos.
MÉTODO DE CLASSE-MÚTUA	DISCUTIR E FIXAR CONCEITOS; DESAFIOS	20 - 40 MIN	Pares	Um resumo da aula é entregue aos alunos agrupados em pares. Um dos alunos do par assume o papel de instrutor, enquanto o outro assume o papel de estudante. O aluno com papel de instrutor deve explicar os conceitos inclusos no resumo, enquanto que o aluno com papel de estudante deve elaborar perguntas sobre os conceitos.
REDAÇÃO DE MINUTO	FEEDBACK DA CLASSE; REVISÃO; AUTOAVALIAÇÃO	5 - 15 MIN	Individual, pares	Alunos listam os conceitos/ tópicos tratados em aula em uma redação que deve ser escrita em alguns minutos
TABELA DE REVISÃO		5 - 15 MIN	Individual, pares	Alunos criam uma tabela contendo os conceitos/ tópicos tratados em aula.
TABELA DE TRABALHO		5+ MIN	Individual, pares	Alunos revisitam a aula, listando cada atividade, seus conteúdos e produtos.

TABELA 7

Metodologias úteis para mobilização de conceitos e habilidades. Metodologias úteis para aplicação de conceitos, resolução de problemas e desenvolvimento de pesquisa

METODOLOGIA	OBJETIVO	TEMPO	ALVO	TAREFAS
DESENHANDO PROBLEMAS	APLICAR CONCEITOS; DESENVOLVER HABILIDADES ACADÊMICAS (E.G. DESENHO DE HIPÓTESES)	10 - 20 MIN	Individual, pares	Alunos em grupos devem levantar problemas ou questões. A atividade deve ser relativamente curta (cerca de 10 minutos) e intensa. Os alunos devem sugerir palavras-chave, idéias, conceitos relacionados com o tópico de aula constantemente, sem se preocupar com a formação gramatical das frases que são escritas. O foco é nas idéias e suas conexões.
REDE DE PALAVRAS	FIXAR/ REVISAR CONCEITOS; CONECTAR CONCEITOS	20 - 30 MIN	Grupos	Alunos em grupos recebem uma folha de papel ou algo parecido e um tema, ou conjunto de conceitos. Os alunos devem, então, conectar os conceitos através de flechas na folha de papel, formando um fluxograma. Alternativamente, os conceitos podem ser agrupados em categorias (grupos de afinidade).

TABELA 8

Metodologias úteis para aplicação de conceitos, resolução de problemas e desenvolvimento de pesquisa. Metodologias úteis para aplicação de conceitos, resolução de problemas e desenvolvimento de pesquisa

METODOLOGIA	OBJETIVO	TEMPO	ALVO	TAREFAS
PAINEL INTEGRADO	RESOLVER QUESTÕES; FORMULAR HIPÓTESES; TREINAR A HABILIDADE DE INSTRUÇÃO.	30+ MIN	Grupos, classe	Diferentes questões são atribuidas a diferentes grupos de alunos. Cada grupo recebe um determinado tempo para responder a questão e sumarizar suas conclusões. Numa segunda etapa da atividade, alunos de cada grupo são misturados com os dos outros grupos. Neste momento, cada aluno toma o papel de instrutor, comunicando as respostas a sua respectiva questão aos outros membros do grupo.
ESTUDO DE CASO	RESOLVER QUESTÕES; TREINAR HABILIDADES ACADÊMICAS; RECONHECER/ COMPREENDER CONCEITOS.	30+ MIN	Pares, grupos	Alunos se organizam em grupos para estudar um caso real, ou uma matriz de dados. Os dados usados nesta atividade devem guiar os alunos a treinar alguma habilidade específica, ou reconhecer/ compreender algum conceito tratado em aula.
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	TREINAR HABILIDADES ACADÊMICAS; RECONHECER/ COMPREENDER CONCEITOS; DESENHO DE HIPÓTESE E PROJETO DE PESQUISA.	1 HORA	Grupos	Alunos agem em grupo para resolver algum problema. Esta atividade é mais complexa que o "estudo de caso", englobando diversos passos. Outras metodologias podem ser mescladas aqui. Exige alto nível de conhecimento sobre o conteúdo, assim como diversas outras habilidades acadêmicas (e.g. discussão, desenho de hipótese). É importante que o(a) instrutor(a) indique papéis aos diferentes integrantes dos grupos (e.g., líder da discussão, alguém para manter o tempo, e alguém para tomar notas).
SEÇÃO DE PÔSTERES	COMUNICAR RESULTADOS; DISCUSSÃO.	30+ MIN	Livre	Alunos apresentam pôsteres sobre um determinado conteúdo. Nesta atividade, o mesmo aluno toma o papel ora de ouvinte, ora de palestrante.

Avaliação

Por fim, o planejamento de aulas também envolve a etapa de avaliação. Avaliação aqui é entendida não só como a avaliação do desempenho do aluno em relação aos conceitos, mas também incluindo a autoavaliação, avaliação da disciplina e avaliação das atividades desenvolvidas. É importante o discernimento entre três categorias avaliativas: as avaliações *somativas*, as avaliações *formativas* e as avaliações *diagnósticas*. Avaliações somativas são geralmente usadas ao final do processo educativo e são baseadas em padrões e requisitos pré-definidos. As avaliações somativas são facilmente traduzidas em notas, representando ferramentas de fácil aplicação em concursos ou outras situações que requerem classificação de candidatos. São exemplos de avaliações somativas testes escritos e arguições orais. Avaliações formativas e diagnósticas, por sua vez, são baseadas em diálogo constante com o(a) aluno(a) e tentam avaliar o desenvolvimento do(a) mesmo(a) ao longo do processo educativo. Avaliações formativas são geralmente iterativas durante o processo, enquanto que avaliações diagnósticas são aplicadas em momentos-chave (e.g., começo e final da aula) para fins de autoavaliação e feedback.

Um exemplo de método de avaliação formativa que sugerimos aqui são as rubricas (ou tabelas de critério). Rubricas são tabelas de critérios utilizadas para o desenho de estratégias avaliativas. Elas podem ser de diferentes formatos e conteúdos, mas em geral trazem os seguintes benefícios: (1) Promovem maior consistência ao processo avaliativo, permitindo uma maior coerência avaliativa entre professores ou programas; (2) permitem a avaliação do aluno em diferentes dimensões, incluindo cognição, habilidades e atitudes; (3) reduzem a carga cognitiva do professor quando desenhando novas atividades; (4) deixam claros os objetivos e critérios requeridos para a atividade; e (5) permitem comparações entre performance de alunos através do tempo. O estudo apresentado por Timmerman et al. (2011) traz uma proposta de rubrica para avaliar a capacidade de alunos em desenvolver lógica científica. Este estudo é bastante interessante por trazer uma revisão bibliográfica de estudos sobre rubricas para ciências biológicas (HAAGA, 1993; TARIQ et al., 1998; TOPPING et al., 2000; KELLY & TAKAO, 2002; HALONEN et al., 2003; WILLISON & O'REGAN, 2007). A **TABELA 3** inclui colunas para avaliação dos critérios descritos. Desta forma, esta tabela também pode ser usada como uma rubrica. A tabela pode ser adaptada para o contexto específico da avaliação, e o(a) professor(a) pode distribuir a rubrica

aos estudantes antes e depois do processo avaliativo. Ao distribuir a rubrica antes do processo avaliativo, o(a) professor(a) cria a oportunidade de o(a) aluno(a) entender de maneira mais completa quais atributos serão avaliados durante a tarefa. Por sua vez, ao distribuir a rubrica após a avaliação, o(a) professor(a) promove uma oportunidade de feedback e revisão do que foi bem avaliado, e do que ainda precisa ser melhorado.

Para a avaliação diagnóstica, sugerimos o uso da *Taxonomia de Bloom* para organização e avaliação de objetivos de aprendizagem. A *Taxonomia de Bloom* foi originalmente proposta nos anos 50 nos Estados Unidos por um esforço coletivo liderado por Benjamin S. Bloom (BLOMM et al., 1956). A taxonomia original trazia descrições para seis domínios cognitivos: *Conhecer*, *Compreender*, *Aplicar*, *Analisar*, *Sintetizar* e *Avaliar*. Como Krathwohl (2002) define, a *Taxonomia de Bloom* pode ser vista como uma série de diretrizes para classificação de atividades avaliativas, de forma que os seis domínios cognitivos podem ser usados como norte para organizar métodos de avaliação. A ideia por traz da *Taxonomia de Bloom* é, novamente, de sistematizar atividades avaliativas, afim de padronizá-las, torná-las mais efetivas e mais justas. A taxonomia foi revisada por Anderson et al. (2001), tornando a taxonomia original (tida como unidimensional) em uma estrutura bidimensional. Como explicado por Krathwohl (2002), a taxonomia original incluía no campo do conhecimento tanto variáveis expressas por *verbos*, como variáveis expressas por *nomes*. Na taxonomia revisada, há dimensões separadas: descrições baseadas em nomes compõem a dimensão do Conhecimento, enquanto que descrições baseadas em verbos compõem a dimensão da Cognição (**TABELA 9**).

TABELA 9

Taxonomia de Bloom Revisada (adapatada de Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice, 41*(4), 212-218). O (a) professor(a) pode usar esta tabela para diagnosticar quais pontos da matriz são contemplados pelos objetivos de aula. Pontos da matriz não contemplados podem, então, ser explorados em futuras atividades.

DIMENSÕES		LEMBRAR	ENTENDER	APLICAR	ANALISAR	AVALIAR	CRIAR
		1	2	3	4	5	6
FATOS	A						
CONCEITOS	B						
PROCEDIMENTOS	C						
METACOGNIÇÃO	D						

A matriz mostrada na **TABELA 9** pode ser usada por professores para análise-diagnóstica de aulas/ atividades. O(a) professor(a) deve completar a matriz incluindo seus objetivos de aula/ atividades nos campos correspondentes. Assim, campos não preenchidos são representativos de domínios não explorados pela aula/ atividade, e o(a) professor(a) pode, então, priorizar tais campos em atividades futuras. Assim, o(a) professor(a) consegue sistematizar suas aulas/ atividades, direcionando para produtos que trabalham determinadas habilidades e cognições. Os itens da **TABELA 9** são descritos abaixo:

A. DOMÍNIOS NOMINAIS:

- **Conhecimento factual**: inclui conhecimentos relativos a terminologias e detalhes específicos.
- **Conhecimento conceitual**: inclui classificações e categorias; princípios e generalizações; teorias, modelos e estruturas.
- **Conhecimento procedural**: inclui conhecimentos referentes a habilidades, algorítmos, técnicas e métodos específicos a uma tarefa, além de conhecimento dos critérios para a escolha de um método adequado.
- **Conhecimento metacognitivo**: inclui conhecimento estratégico, conhecimento contextual e condicional, e autoconhecimento.

B. DOMÍNIOS VERBAIS:

- **Lembrar**: reconhecer, recordar.
- **Entender**: interpretar, exemplificar, classificar, resumir, inferir, comparar, explicar.
- **Aplicar**: executar, implementar.
- **Analisar**: diferenciar, organizar, atribuir.
- **Avaliar**: checar, criticar.
- **Criar**: diferenciar, organizar.

Conclusão

Neste capítulo, tentamos desenhar uma sugestão de abordagem de ensino de botânica através das metodologias ativas. Para isso, incluímos uma revisão modesta das origens e da história do modelo de aprendizado ativo, tentando criar pontes com a realidade e os contextos do Brasil. Para isso discutimos os escopos do ensino de Biologia no Brasil, a questão da assincronia entre as diretrizes providas pelo governo e as práticas em sala de aula, e a necessidade de se criar ambientes que favoreçam a autonomia dos alunos no ensino-aprendizagem. Assim, trazemos as ideias de aprendizado ativo, discutindo sua aplicação sob diversos contextos: no ensino de conteúdos; do ponto de vista do aluno ou do professor; do ponto de vista da educação de professores; e sob as vertentes atitudinais e institucionais. Em seguida, trazemos uma série de direções de como aplicar tais metodologias em sala de aula, através do desenho de programas de disciplinas, da sugestão de atividades para diferentes objetivos, e da sugestão de métodos avaliativos mais participativos. Esperamos que tenha ficado claro que não entendemos estas metodologias como únicas e melhores práticas, mas sim como alternativas e oportunidades para professores e alunos tentarem práticas novas, as quais podem e devem ser mudadas e adaptadas. Esperamos também que este capítulo seja fonte de inspiração para estudo e pesquisa no domínio do ensino botânica.

Referências Bibliográficas

AMBROSE, S. A.; BRIDGES, M. W.; DIPIETRO, M.; LOVETT, M. C.; NORMAN, M. **How learning works: Seven research-based principles for smart teaching**. John Wiley & Sons, 2010.

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R.; AIRASIAN, P. W.; CRUIKSHANK, K. A.; MAYER, R. E.; PINTRICH, P. R.; RATHS, J.; WITTROCK, M.C. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (Complete edition)**. New York: Longman, 2001.

ANGELINI, R. A. V. M. The quality of the education in Brazil: a problem of methodology? **Revista Psicopedagogia**, *23*(72), 2006. p. 213-220.

BENWARE, C. A.; DECI, E. L. Quality of learning with an active versus passive motivational set. **American Educational Research Journal**, *21*(4), 1984. p. 755-765.

BLOOM, B. S.; ENGELHART, M. D.; FURST, E. J.; HILL, W. H.; KRATHWOHL, D.R. **Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain**. New York: David McKay, 1956.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/ acesso em 02/09/2019.

BRAXTON, J. M.; MILEM, J. F.; SULLIVAN, A. S. The Influence of Active Learning on the College Student Departure Process: Toward a Revision of Tinto's Theory. **Journal of Higher Education**, *71*(5), 2000. p. 569-590.

BRAXTON, J. M.; JONES, W. A.; HIRSCHY, A. S.; Hartley III, H. V. The role of active learning in college student persistence. **New directions for teaching and learning**, *115*, 2008. p. 71-83.

CASTAÑON, G.A. O que é Construtivismo? **Caderno de História e Filosofia da Ciência** série 4, 1(2), 2015. p. 209-242.

DA SILVA, D. S. G.; MATOS, P. M. S.; ALMEIDA, D. M. Métodos avaliativos no processo de ensino e aprendizagem: uma revisão. **Cadernos de Educação** 47, 2014. p. 73-84.

DESLAURIERS, L.; SCHELEW, E.; WIEMAN, C. Improved learning in a large-enrollment physics class. **Science**, *332*(6031), 2011. p. 862-864.

EBERLY, M. B.; NEWTON, S. E.; WIGGINS, R. A. The syllabus as a tool for student-centered learning. **The Journal of General Education**, 2001. p. 56-74.

FREEMAN, S.; EDDY, S. L.; MCDONOUGH, M.; SMITH, M. K.; OKOROAFOR, N.; JORDT, H.; WENDEROTH, M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, *111*(23), 2014. p. 8410-8415.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. *Rio de Janeiro: Paz e Terra*, 1970.

HAAGA, D. A. F. Peer review of term papers in graduate psychology courses**. Teaching of Psychology**, *20 (1)*, 1993. p. 28-32.

HALONEN, J. S.; BOSACK, T.; CLAY, S.; MCCARTHY, M.; DUNN, D. S.; HILL, G. W. IV; MCENTARFFER, R.; et al. A rubric for learning, teaching, and assessing scientific inquiry in psychology. **Teaching of Psychology**, *30 (3)*, 2003. p. 196-208.

HANDELSMAN, J.; MILLER, S.; PFUND, C. **Scientific teaching**. Macmillan, 2007.

HUITT, W.; HUMMEL, J. Piaget's theory of cognitive development. **Educational psychology interactive**, *3*(2), 2003. p. 1-5.

JOHNSON, D.; JOHNSON, R.; SMITH, K. **Active Learning: Cooperation in the College Classroom**. 2nd ed., Interaction Book Co., Edina, MN, 1998a.

JOHNSON, D.; JOHNSON, R.; SMITH, K. Cooperative Learning Returns to College: What Evidence is There That it Works? **Change**, 30 (4), 1998b, 26-35.

JONES, M. G.; RUA, M. J.; CARTER, G. Science teachers' conceptual growth within Vygotsky's zone of proximal development. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, 35(9), 1998. p. 967-985.

KELLY, G. J.; TAKAO, A. Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. **Science Education**, 86 (3), 2002. p. 314—42.

KRATHWOHL, D. R. A revision of Bloom's taxonomy: An overview. **Theory into practice**, 41(4), 2002. p. 212-218.

MACHEMER, P. L.; CRAWFORD, P. Student perceptions of active learning in a large cross-disciplinary classroom. **Active learning in higher education**, 8(1), 2007. p. 9-30.

MICHAEL, J. Where's the evidence that active learning works**?** Advances in physiology education, *30*(4), 2006. p. 159-167.

MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H.; NOVAK, J. D. **Teaching Science for Understanding: a Human Constructivist View**. San Diego, CA: Academic, 1998.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning How to Learn**. New York: Cambridge Univ. Press, 1984.

PIAGET, J. Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. **Journal of research in science teaching**, 2(3), 1964. p. 176-186.

PIAGET, J. **Logique et connaissance scientifique**, 1967.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of engineering education**, 93(3), 2004. p. 223-231.

SIMON, H. A. **Learning to research about learning**. In: *Cognition and Instruction: Twenty-Five Years of Progress*, edited by Carver, S. M., & Klahr, D. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2001. p. 205-226.

SMITH, C. V.; CARDACIOTTO, L. Is active learning like broccoli? Student perceptions of active learning in large lecture classes. **Journal of the Scholarship of Teaching and Learning**, 11(1), 2011. p. 53-61.

TARIQ, V. N.; STEFAN, L. A. J.; BUTCHER, A. C.; HEYLINGS, D. J. A. Developing a new approach to the assessment of project work. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, 23 (3), 1998. p. 221-40.

TIMMERMAN, B. E. C.; STRICKLAND, D. C.; JOHNSON, R. L.; PAYNE, J. R. Development of a 'universal' rubric for assessing undergraduates' scientific reasoning skills using scientific writing. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, 36(5), 2011. p. 509-547.

TOPPING, K.J.; SMITH, E. F.; SWANSON, I.; ELLIOT, A. Formative peer assessment of academic writing between postgraduate students. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, 25 (2), 2000. p. 149-69.

VASQUES, D. T.; URSI, S. **Active Learning of Plants Biology–Report on an Effort to Educate Science Teachers in Brazil**. In: *9th International Conference New Perspectives in Science Education Proceedings*. Filodiritto Editore, 2020. p. 401-405.

VYGOTSKY, L. **Mind in society: The development of higher psychological processes**. M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

WILLISON, J.; O'REGAN, K. Commonly known, commonly not known, totally unknown: A framework for students becoming researchers. **Higher Education Research & Development**, 26 (4), 2007. p. 393-409.

WOODS, D.; FELDER, R.; RUGARCIA, A.; Stice, J. The Future of Engineering Education. III. Developing Critical Skills. **Chemical Engineering Education**, 34 (2), 2000. p. 108-117.

YAMAMURA, K.; VASQUES, D. T.; GALLY, T. Science Tutorials in an English-Language Program for Science Students. **Komaba Journal of English Education**, 7, 2016. p. 73-95.

APÊNDICE 1
MODELO DE PROGRAMA DE DISCIPLINA

TÍTULO DA DISCIPLINA

Ensino de Botânica na Educação Básica e Metodologias ativas de aprendizagem

DESCRIÇÃO

Os objetivos do Ensino de botânica devem estar alinhados com aqueles mais abrangentes das áreas de Biologia e Ciências, como a promoção da Alfabetização Científica, incluindo a formação de um cidadão consciente e transformador de seu papel na sociedade. Para isso, é necessário superar alguns obstáculos que não são exclusivos do Ensino de Botânica, como o foco excessivamente conteudista, abordagens memorísticas e falta de contextualização. No entanto, julgamos que o Ensino de Botânica merece especial atenção devido a desafios específicos, como a chamada Cegueira Botânica. Neste cenário, faz-se importante refletir sobre abordagens que possam auxiliar na superação desses desafios, como a contextualização e as metodologias ativas de aprendizagem, que vem sendo empregadas em diversas localidades com sucesso. Nesta disciplina, focaremos em leituras e discussões sobre temas relacionados ao ensino de Botânica na Educação Básica, enquanto comparando os panoramas brasileiro e japonês. Pensar o Ensino de Botânica em panoramas distintos, como o brasileiro e o japonês, permite uma rica troca de experiências que pode auxiliar na ampliação de estratégias para empreender o Ensino de Botânica de forma mais efetiva, bem como ampliar as pesquisas sobre tal temática. Os objetivos da disciplina incluem: compreender os principais objetivos, desafios e possibilidades para a abordagem da Botânica na Educação Básica; reconhecer a contextualização e as metodologias ativas de aprendizagem como abordagens promissora para o Ensino de Botânica; ser capaz de elaborar e refletir sobre estratégias baseadas nesta abordagem; desenvolver habilidades de comunicação oral (por meio de apresentação de trabalho realizado em grupo), escrita (por meio da elaboração de portfólio individual) e leitura (por meio de leitura, interpretação e discussão de textos pertinentes da área tratada na disciplina); promover um intercâmbio de conhecimento e experiências entre alunos e docentes expostos a diferentes ambientes de ensino; e promover autoconfiança em lecionar, em específico conteúdos de botânica.

PALAVRAS-CHAVE

Ensino de Botânica; Metodologias ativas; treinamento de professores, educação básica

CRONOGRAMA

DATA	TEMA DA AULA	MÉTODOS	TAREFAS
DIA 1	INTRODUÇÃO ENSINO DE BOTÂNICA NO BRASIL E JAPÃO	Entrega de instruções escritas e apresentação de slides	Leitura de artigos para próxima aula
DIA 2	METODOLOGIAS ATIVAS	Apresentação de slides e discussão artigos	Divisão de grupos e escolha do tema
DIA 3	TRABALHO EM GRUPO	Reuniões presenciais ou online	Preparação do trabalho escrito e slides
DIA 4	TRABALHO EM GRUPO	Reuniões presenciais ou online	Preparação do trabalho escrito e slides
DIA 5	APRESENTAÇÕES	Apresentação de Slides	Questionário pós-curso

MÉTODOS DE ENSINO

Os dois primeiros dias serão de aulas presenciais. Durante estas aulas, diferentes métodos serão aplicados, incluindo apresentações em slides, discussões em grupos, e demonstrações. Alunos serão expostos a várias atividades baseadas em metodologias ativas de ensino, e é esperada uma participação ativa de todos. Durante os dias 3 e 4, alunos recebem tempo para realização do trabalho em grupo e para consulta com os docentes. No último dia de disciplina, alunos realizam uma apresentação final e recebem comentários dos docentes.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

A nota será atribuída em função do processo vivenciado pelo estudante ao longo da disciplina (assiduidade, participação nas discussões em aula e na elaboração do trabalho em grupo) e por dois produtos finais: Portfólio individual + Trabalho em grupo. O portfólio deve ser elaborado diariamente, sendo o texto final entregue até as 23h30 do dia 25/02.

OBSERVAÇÕES

Número máximos de estudantes por edição da disciplina: 20.

BIBLIOGRAFIA

Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C., & Norman, M. K. (2010). **How learning works: Seven research-based principles for smart teaching**. John Wiley & Sons.

Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). **Active learning: Creating excitement in the classroom (ASHE–ERIC Higher Education Rep. No. 1)**. Washington, DC: The George Washington University, School of Education and Human Development.

Handelsman, J., Sarah M., & Christine P. (2007). **Scientific Teaching**. Madison, WI: Wisconsin Program for Scientific Teaching. Print.

Prince, M. (2004). **Does active learning work? A review of the research**. Journal of engineering education, 93(3), 223-231.

Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2005). **Biology of plants**. Macmillan.

Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2014). **Campbell biology**. Boston: Pearson.

Vasques, D. T., Yoshida, L., Ellinger, J., & Solomon, J. (2018). **Validity and Reliability of the Science Motivation Questionnaire II (SMQ II) in the Context of a Japanese University**. In Conference proceedings (p. 80). libreriauniversitaria. it Edizioni.

Yamamura K., Vasques D.T., & Gally T. (2016). **Science Tutorials in an English-Language Program for Science Students**. Komaba Journal of English Education vol. 7, pp. 73-95.

5

Atividade 1

Relações entre plantas e solo

nutrição inorgânica, adaptações vegetais para sustentação no solo e relações com o meio ambiente

GILBERTO PAIVA
GILBERTO.PAIVA.DIAS@USP.BR
UNIFESP, Universidade Federal de São Paulo

LARISSA AINE DO NASCIMENTO
LARISSAAINE@HOTMAIL.COM
USP, Universidade de São Paulo,
Programa de Pós-graduação
Interunidades em Ensino de Ciências

MAICON ALICRIN DA SILVA
ALICRINMAICON@USP.BR
USP, Universidade de São Paulo,
Instituto de Biociências (IB)

NATHALIA BONANI
NATHALIA.BONANI@USP.BR
USP, Universidade de São Paulo

PALOMA D. ROSA CRUZ
PALOMA_PAH@HOTMAIL.COM
USP, Universidade de São Paulo,
Programa de Pós-graduação
Interunidades em Ensino de Ciências

PEDRO BUSS MARTINS
PEDROBM@USP.BR
ESALQ-CENA, Universidade de São Paulo,
PPGI em Ecologia Aplicada

Introdução

O presente roteiro de aula centra-se em atividades didáticas cujos conteúdos estão focados na nutrição inorgânica, adaptações vegetais para sustentação no solo e relações com o meio ambiente. O objetivo é auxiliar professores da Educação Básica na abordagem do tema nutrição vegetal de maneira significativa, por meio de metodologias ativas de aprendizagem. O uso deste tema justifica-se, dentro do ensino de Botânica, por sua relevância no contexto social e econômico brasileiro, tendo em vista que as implicações dos fenômenos naturais subjacentes se estendem desde a agricultura até a práticas de conservação dos solos.

A valorização dos conteúdos envolvidos nas relações entre as plantas e os solos também pode ser expressado quanto à sua presença nos documentos oficiais de educação, tais como os Parâmetros Nacionais Curriculares (PCNs) e a Base Nacional Curricular Comum (BNCC). Nos PCNs a temática das plantas está presente no eixo "Vida e Ambiente", e a sua relação com o solo é dada por meio do estudo da nutrição e cultivo de plantas (BRASIL, 1998). Já na BNCC espera-se que os alunos do 7º ano consigam relacionar os ecossistemas brasileiros com o tipo de solo, a flora e fauna local (BRASIL, 2017).

Estes documentos orientam as ações pedagógicas na Educação Básica. No entanto, uma análise mais crítica evidencia algumas falhas, especificamente com relação ao ensino de Botânica. Autores como Santos (2006) e Melo et al. (2012) enfatizam que o currículo deve ser repensado quanto a sua representação social e funcional, pois os estudantes têm dificuldades no estabelecimento de relações entre os temas de Botânica abordados na sala de aula e o seu cotidiano.

Além do currículo, a prática pedagógica também merece uma atenção especial, pois é comum nos depararmos com um ensino de botânica cujas estratégias didáticas e avaliações valorizam demasiadamente a memorização de termos, pouco focando na relação de conceitos com a sociedade (MELO et. al., 2012). Diferente disso, Ursi e colaboradores (2018) sugerem que as práticas pedagógicas devem envolver a contextualização, ou seja, viabilizar aos alunos o desenvolvimento de um olhar mais abrangente e crítico da situação em voga e seu contexto. Tais práticas devem ainda ser potencializadas com a utilização de estratégias didáticas dinâmicas que propiciem o protagonismo do estudante, tal como as metodologias ativas de aprendizagem. Assim, ele toma consciência de ser um sujeito ativo na construção de conhecimentos e capaz de refletir criticamente sobre seu contexto social.

Entender as plantas como organismos vivos, que desempenham um papel importante na dinâmica dos ecossistemas é um desafio para os (as) professores (as). Wandesse e Schussler (2002), dois pesquisadores norte-americanos, afirmam que seres humanos tendem a não reconhecer a importância das plantas para biosfera, apresentam dificuldade de perceber aspectos estéticos e biológicos das plantas e pensam que as plantas são organismos inferiores aos animais. Os pesquisadores denominaram essa característica humana de Cegueira Botânica. A origem desse tipo de cegueira pode ser fisiológica e até mesmo cultural. Sendo assim, entender aspectos fisiológicos e morfológicos das plantas pode contribuir com o entendimento sobre esses organismos.

Ademais, muitas pesquisas que analisam as concepções de estudantes sobre conteúdos relacionados ao tema nutrição vegetal discorrem quanto às dificuldades dos mesmos em adquirirem uma visão holística dos conceitos, assim como da importância desses fenômenos. Em sua pesquisa, Carneiro (2018) aponta para a necessidade de uma abordagem integradora do fenômeno da nutrição em plantas, que relacione os processos fundamentais de fotossíntese, respiração celular e absorção de água e nutrientes inorgânicos do solo.

Desta forma, vemos que as abordagens didáticas escolhidas podem contribuir para a melhor integração e compreensão dos conteúdos de nutrição inorgânica, adaptações vegetais para sustentação no solo e relações com o meio ambiente. Tais atividades tem por objetivo colocar o estudante como protagonista na construção de conhecimentos, e, da mesma forma, valorizar o trabalho de mediação docente neste processo.

ATIVIDADE DIDáTICA

A proposta da atividade didática foi elaborada para aplicação no Ensino Fundamental II e prevê o uso de duas aulas de aproximadamente 50 minutos. A primeira aula discorre sobre a nutrição inorgânica vegetal e a segunda sobre adaptações vegetais de raízes em determinados ambientes, com ênfase para características do solo.

As atividades são baseadas no uso de metodologias ativas de aprendizagem e, desta forma, exigem uma organização diferente da sala de aula. Na primeira aula foi contabilizado o tempo de preparação da sala e o momento da chamada, partes importantes na rotina do professor; e pensando numa situação ideal em que as aulas 1 e 2 seriam seguidas uma da outra, este tempo não está contabilizado no plano da aula 2. Contudo o professor pode, segundo suas necessidades, alterar a duração das atividades em alguns minutos sem maiores prejuízos.

As aulas ajudarão a construir respostas para um problema geral: “Como as plantas crescem em diferentes tipos de ambientes terrestres?”. Este problema norteará as discussões que ocorrerão em sala de aula, bem como as atividades propostas e as perguntas secundárias. As perguntas secundárias são perguntas que ajudarão na resolução de pequenos problemas, mais específicos, os quais contribuem para a resolução do problema geral.

Apresentaremos a seguir o plano de aula "Relações entre as plantas e os solos", cujo tema centra-se na nutrição inorgânica, nas adaptações vegetais para sustentação no solo e relações com o meio ambiente.

PLANO DE AULA 1

Objetivos direcionados aos alunos

Aprender o conceito de absorção de nutrientes presentes no solo por meio das raízes e entender sua importância para o desenvolvimento da planta.

Pré-requisitos dos alunos

Conhecimento sobre o que é solo e suas principais características; conhecimento sobre as estruturas básicas das plantas (raiz, caule, folhas) e sobre o processo de fotossíntese.

Resultados esperados

Que os alunos sejam capazes de relacionar o fenômeno de absorção de nutrientes com o desenvolvimento saudável da planta, além de integrar os conceitos de nutrição da planta tanto por meio de fotossíntese quanto pelo solo.

Tempo necessário

50 minutos (**TABELA 1**).

Tratamento

Grupos de 5 a 6 alunos.

Material necessário

Texto introdutório sobre o tema com o problema a ser resolvido (**APÊNDICE 1**); tabela com os efeitos de diferentes deficiências nutricionais em plantas para estudo (**APÊNDICE 2**); um exemplar de tomateiro saudável, se possível.

Estratégia

Estudo de caso. Nessa estratégia os alunos se organizam em grupos para estudar um problema específico e/ou um

conjunto de dados que conduzirá ao reconhecimento e à compreensão de conceitos básicos para o aprendizado de um conteúdo abordado em sala de aula.

Desenvolvimento

A aula será baseada no problema "Quais as relações das plantas com o solo?", usando a metodologia do estudo de caso. Os grupos receberão um problema sobre a saúde de um tomateiro após seu plantio (**APÊNDICE 1**) e uma tabela "Os efeitos de diferentes deficiências nutricionais em plantas" (**APÊNDICE 2**). Após lerem o problema, com a ajuda da tabela os estudantes deverão pensar nas possíveis resoluções e registrarem suas conclusões. É importante destacar que nesta etapa da atividade o (a) professor (a) atuará como mediador (a), fazendo intervenções com perguntas norteadoras (**APÊNDICE 3**) e fornecendo novas informações para direcionar uma discussão final. Desta forma, os alunos terão mais subsídios para a realização das discussões e o registro da conclusão. No fechamento da aula o (a) professor (a) organizará as informações e resoluções apresentadas pelos estudantes e poderá fazer complementações, sistematizando o conteúdo discutido na aula a fim de que os estudantes se apropriem dos conceitos que envolvem a relação do solo com as plantas. A próxima atividade será uma contextualização com diversos tipos de raízes e compõe o tempo do final da aula 1 e início da aula 2. Espera-se que o professor leve uma bandeja com exemplares de tipos de raízes (*in vivo*) presentes no cotidiano dos alunos, como inhame, batata doce, cenoura, beterraba, rabanete, coentro, mandioca, rúcula, hortelã, alho, cebola e cebolinha (e outros se achar necessário). A atividade tem por finalidade ampliar a percepção dos estudantes sobre a existência de diferentes tipos de raízes e a presença delas na alimentação do ser humano.

TABELA 1

Planejamento da primeira aula, contendo o tempo esperado, a categoria, e a descrição de cada atividade.

TEMPO	CATEGORIA	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
10 MIN	ORGANIZAÇÃO		Grupos de 5 a 6 alunos
5 MIN	DESENVOLVIMENTO	Atividade 1: Estudo de caso	Caso a ser estudado; leitura do problema; discussão do problema; registro das soluções
15 MIN			
10 MIN	DESENVOLVIMENTO	Compartilhar as resoluções de cada grupo	Apresentação dos registros; mediação do professor(a)
15 MIN	ENCERRAMENTO		Organização das ideias; registro das novas ideias; Professor (a) apresenta a bandeja com as raízes (introdução para nova atividade)

PLANO DE AULA 2

Objetivos direcionados aos alunos

Verificar as variedades de formas presentes nas raízes de diferentes plantas terrestres. Entender o papel das raízes na sustentação, nutrição e respiração, bem como o desenvolvimento dessa estrutura de acordo com as diferentes condições ambientais.

Pré-requisitos dos alunos

Conhecimento sobre o que é solo e suas principais características; informações básicas sobre as estruturas das plantas; conhecimentos sobre conceitos de nutrição vegetal adquiridos trabalhados na aula anterior.

Resultados esperados

Reconhecer a diversidade de tipos de raízes e ser capaz de relacionar tal diversidade com as adaptações dos organismos vegetais a diferentes condições ambientais em que estão submetidos.

Tempo necessário

50 minutos (**TABELA 2**).

Tratamento

Grupos de 5 a 6 alunos.

Material necessário

1. Diferentes tipos de raízes (*in vivo*) presentes no cotidiano dos alunos, ao menos duas por grupo, como por exemplo: inhame, batata doce, cenoura, beterraba, rabanete, coentro, mandioca, rúcula, hortelã, alho, cebola e cebolinha;

2. Cartões disponíveis no Apêndice 4, que possuem imagens de plantas do cotidiano (inhame, batata doce, cebola e cebolinha) com suas respectivas características do solo;

3. Cartões com imagens de raízes distintas quanto às adaptações morfológicas como **tuberosas** (Mandioca), **escoras** (Falsa seringueira e Mangue vermelho - cartão 1), **tabulares** (Figueira benjamim) e **respiratórias** (Mangue vermelho - cartão 2). Nos cartões há informações do solo ou ambiente no qual estão inseridas. Este material está disponível no **APÊNDICE 4**.

Estratégia

Grupos murmurantes — trata-se de uma pequena discussão em grupo, a qual implica em uma decisão final. A ideia é fazer com que os alunos interajam utilizando suas próprias estratégias para chegarem à conclusão.

Desenvolvimento

A aula iniciará com a distribuição de imagens e informações sobre raízes e solos (**APÊNDICE 4**) para fomentar a discussão nos *grupos murmurantes.* Com o material em mãos os alunos deverão ser estimulados a observar as formas dos diferentes tipos de raízes e também as características dos ambientes, com foco no solo. O (a) professor (a) poderá sugerir o seguinte questionamento: "Como as características das raízes podem estar ajudando as plantas a se manterem nos ambientes em que estão?". Os alunos deverão criar hipóteses sobre essa questão.

A partir da discussão inicial, o (a) professor (a) orientará os alunos a registrarem suas observações acerca das características do ambiente e hipóteses sobre o papel das raízes na adaptação da planta, organizando tudo em uma tabela conforme o modelo disponível no **APÊNDICE 5**. Ao final do tempo estabelecido (sugerido no planejamento de aula) os alunos deverão apresentar as hipóteses que cada grupo discutiu. Neste momento o professor fará as intervenções que julgar necessárias para sistematizar os conceitos trabalhados nas aulas 1 e 2. Durante o processo final os alunos deverão observar as tabelas, corrigir e/ou completar com informações pertinentes à síntese da discussão.

TABELA 2

Planejamento da segunda aula, contendo o tempo esperado, a categoria, e a descrição de cada atividade.

TEMPO	CATEGORIA	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
10 MIN	DESENVOLVIMENTO	Atividade 2: *Grupos murmurantes*	Distribuição de imagens e informações do solo; discussão do problema; sistematizar as ideias na tabela
10 MIN			
10 MIN	ENCERRAMENTO	Compartilhar as resoluções de cada grupo; preenchimento da tabela	Apresentação e discussão das ideias; mediação do professor (a); reorganização das novas ideias; registro na tabela
10 MIN			

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRADLEY L.; HOSIER S. **Guide to Symptoms of Plant Nutrient Deficiencies.** The Arizona State University Cooperative Extension. Publication AZ11065/99. 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Secretaria da Educação Básica. Brasília-DF; MEC; CONSED; UNDIME, 2017. 302p. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: 24 de jul. de 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais:** meio ambiente, saúde / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília, 1998.

CARNEIRO, M. H. DA S. **Estudo das representações do conceito de nutrição vegetal**. 1998, [S.l: s.n.], 1998. p. 1–11.

MELO, E. A., ABREU, F. F., ANDRADE, A. B., & ARAUJO, M. I. O. A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: Dificuldades e desafios. **Scientia plena**, 8(10), 2012.

SANTOS, F. S. A Botânica no Ensino Médio: Será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas? In C. C. Silva (Org.), **Estudos de história e filosofia das ciências: Subsídios para aplicação no ensino** (p. 223-243). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

URSI, S., BARBOSA, P. P., SANO, P. T., & BERCHEZ, F. A. D. S. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, 32(94), 7-24, 2018.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v.47, p.2-9, 2002.

APÊNDICE 1
TEXTO PARA ESTUDO DE CASO DA AULA 1

Imagine que você iniciou uma horta em sua casa e plantou algumas mudas de tomateiro esperando colher deliciosos tomates dentro de algumas semanas. Você escolheu um local que recebe boa iluminação do sol, fornece água às plantas de manhã antes de ir à escola e também no final do dia. Porém, após 1 mês de plantio você percebe que as plantas não estão crescendo bem e que as folhas apresentam alguns sinais estranhos... Como você está encucado com isso e quer colher tomates, você decidiu trazer este problema para discutir com seus colegas na aula de ciências. Juntos vocês tentarão descobrir por que os tomateiros estão com problema e o que precisa ser feito para que consigam resolvê-lo.

APÊNDICE 2
OS EFEITOS DE DIFERENTES DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS EM PLANTAS

TABELA 3

Os efeitos de diferentes deficiências nutricionais em plantas.
Fonte: Bradley e Hosier (1999)

NUTRIENTE	SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA	FERTILIZANTES
Macronutrientes Repor macronutrientes regularmente (ao menos uma vez por safra)		
Cálcio (Ca)	Novas folhas (no topo da planta) estão distorcidas ou com forma irregular. Causa prodridão na parte final da floração	Qualquer coisa que contenha a palavra cálcio: calcário, cal, gesso agrícola
Nitrogênio (N)	Amarelamento geral de folhas mais velhas (parte baixa da planta). O resto da planta é frequentemente verde-claro	Esterco animal. Fertilizantes sintéticos que contenham amônia, nitrato ou ureia
Magnésio (Mg)	Folhas mais velhas ficam amarelas nas bordas com uma parte verde em forma de flecha no centro	Qualquer coisa com a palavra magnésio. Sulfato de magnésio
Fósforo (P)	As extremidades das folhas parecem queimadas, seguido por folhas mais velhas tomando uma coloração verde-escuro ou roxo-avermelhado	Qualquer coisa com as palavras fosfato ou "osso"
Potássio (K)	Folhas mais velhas podem murchar e parecer queimadas. Clorose intervenal começa na base, queimando para dentro das margens das folhas	Qualquer coisa que contenha a palavra potássio ou potassa
Enxofre (S)	Folhas mais jovens ficam amareladas primeiro, às vezes seguido por folhas mais velhas	Qualquer coisa com a palavra sulfato

APÊNDICE 3
PERGUNTAS NORTEADORAS PARA ESTUDO DE CASO DA AULA 1

Pergunta para iniciar a discussão:
"Por que as folhas do tomateiro estão apresentando estes sinais?"

Na medida em que os grupos avançam na discussão sobre o caso, o professor fornece questões adicionais em tarjetas para alimentar a conversa:

1. O que precisamos saber para resolver este problema?
2. De que o tomateiro precisa para crescer saudável?
3. Além de água, luz e ar, o que o tomate precisa para se desenvolver?
4. O solo tem alguma importância para o desenvolvimento das plantas?
5. Como as plantas obtêm nutrientes? Para que isso é necessário?
6. Como podemos resolver o problema dos tomateiros na horta?

Obs.: outras perguntas podem ser acrescentadas conforme a necessidade do(a) professor(a) e dos estudantes.

APÊNDICE 4
CARTÕES PARA ATIVIDADE DE GRUPOS MURMURANTES NA AULA 2

Nome popular: Batata doce

Nome científico: *Ipomoea batatas* (L.) Lam.

Características do solo:
- ➔ Profundo;
- ➔ Permeável;
- ➔ Alta fertilidade/ rico em nutrientes;
- ➔ Arenoso-argiloso
- ➔ Umidade moderada.

Nome popular: Cebola

Nome científico: *Allium cepa* L.

Características do solo:
- ➔ Profundo;
- ➔ Permeável;
- ➔ Alta fertilidade/ rico em nutrientes;
- ➔ Umidade moderada.

Nome popular: Cebolinha

Nome científico: *Allium fistulosum* L.

Características do solo:
- ➔ Raso;
- ➔ Permeável;
- ➔ Alta fertilidade/ rico em nutrientes;
- ➔ Umidade moderada.

Nome popular: Falsa seringueira e Figueira branca

Nome científico: *Ficus elastica* Roxb. ex Hornem.

Ocorrência: Floresta Tropical

Características do solo:
- ➔ Raso;
- ➔ Permeável;
- ➔ Baixa fertilidade/ pobre em nutrientes;
- ➔ Grande quantidade de serapilheira;
- ➔ Alta umidade.

Nome popular: Figueira benjamim

Nome científico: *Ficus benjamina* L.

Ocorrência: Floresta Tropical

Características do solo:
- ➔ Raso;
- ➔ Permeável;
- ➔ Baixa fertilidade/ pobre em nutrientes;
- ➔ Grande quantidade de serapilheira;
- ➔ Alta umidade.

Nome popular: Inhame

Nome científico: *Dioscorea* sp.

Características do solo:
- ➔ Profundo;
- ➔ Permeável;
- ➔ Alta fertilidade/ rico em nutrientes;
- ➔ Arenoso;
- ➔ Umidade moderada.

Nome popular: Mandioca, Macaxeira e Aipim

Nome científico: *Manihot esculenta* Crantz

Ocorrência: Cerrado

Características do solo:

➔ Profundo;
➔ Permeável;
➔ Baixa fertilidade/ pobre em nutrientes;
➔ Presença de minerais tóxicos
➔ Baixa umidade.

Nome popular: Mangue vermelho (1)

Nome científico: *Rhizophora mangle* L.

Ocorrência: Manguezal

Características do solo:

➔ Raso e pouco firme (móvel);
➔ Baixa permeabilidade;
➔ Alta fertilidade/ rico em nutrientes;
➔ Salgado, lodoso e pobre em oxigênio
➔ Alta umidade.

Nome popular: Mangue vermelho (2)

Nome científico: *Rhizophora mangle* L.

Ocorrência: Manguezal

Características do solo:

➔ Raso e pouco firme (móvel);
➔ Baixa permeabilidade;
➔ Alta fertilidade/ rico em nutrientes;
➔ Salgado, lodoso e pobre em oxigênio
➔ Alta umidade.

APÊNDICE 5
MODELO DE TABELA A SER UTILIZADO NA AULA 2 E GABARITO

NOME DO VEGETAL	ADAPTAÇÃO MORFOLÓGICA DA RAIZ	CARACTERÍSTICAS DO SOLO	HIPÓTESE
Mandioca, Macaxeira e Aipim (***Manihot esculenta*** Crantz)			
Falsa seringueira e Figueira branca (***Ficus elastica*** Roxb. ex Hornem.)			
Mangue vermelho [cartão 1] (***Rhizophora mangle*** L.)			
Figueira benjamim (***Ficus benjamina*** L.)			
Mangue vermelho [cartão 2] (***Rhizophora mangle*** L.)			

GABARITO

NOME DO VEGETAL	ADAPTAÇÃO MORFOLÓGICA DA RAIZ	CARACTERÍSTICAS DO SOLO	HIPÓTESE
Mandioca, Macaxeira e Aipim (***Manihot esculenta*** Crantz)	Tuberosa	*Profundo, permeável, baixa fertilidade e pobre em nutrientes, baixa umidade e com presença de minerais tóxicos*	Se a Mandioca não tivesse raiz tuberosa, não conseguiria sobreviver no solo pobre em nutrientes, com minerais tóxicos e baixa umidade do Cerrado
Falsa seringueira e Figueira branca (***Ficus elastica*** Roxb. ex Hornem.)	Escora	*Raso e permeável, baixa fertilidade e pobre em nutrientes, alta umidade e grande quantidade de serapilheira*	Se a Falsa seringueira não tivesse raiz escora, não conseguiria ter sustentação no solo raso, permeável e com alta umidade da Floresta Tropical
Mangue vermelho [cartão 1] (***Rhizophora mangle*** L.)	Escora	*Raso e pouco firme(móvel), baixa permeabilidade, alta fertilidade e rico em nutrientes, salgado, lodoso e pobre em oxigênio, além de alta umidade*	Se o Mangue vermelho (cartão 1) não tivesse raiz escora, não conseguiria se sustentar no solo raso, pouco firme e de alta umidade do Manguezal
Figueira benjamim (***Ficus benjamina*** L.)	Tabular	*Raso e permeável, baixa fertilidade e pobre em nutrientes, muita serapilheira e alta umidade*	Se a Figueira benjamim não tivesse raiz tabular, não conseguiria ter sustentação no solo raso, permeável e com alta umidade da Floresta Tropical.
Mangue vermelho [cartão 2] (***Rhizophora mangle*** L.)	Respiratória	*Raso e pouco firme (móvel), baixa permeabilidade, alta fertilidade e rico em nutrientes, salgado, lodoso e pobre em oxigênio, além de alta umidade*	Se o Mangue vermelho (cartão 2) não tivesse raiz respiratória, não conseguiria respirar no solo raso, salgado, lodoso e pobre em oxigênio do Manguezal.

6

Atividade 2
Condução de água nas plantas
como ocorre a condução da água nas plantas?

Ana Maria Inácio de Oliveira
oliveira.ana@usp.br
USP, Universidade de São Paulo

Janaina Conceição de Assis
janaina.assis@usp.br
USP, Universidade de São Paulo

Kelma Cristina de Freitas
kelma@ifsp.edu.br
USP, Universidade de São Paulo; IFSP, Instituto Federal de São Paulo

Maila Beyer
mailabeyer@usp.br
USP, Universidade de São Paulo

Marcos Marchesi da Silva
marcosmarchesi@usp.br
USP, Universidade de São Paulo

Introdução

Olá, cara/o professora e professor! Vamos estudar um pouco mais sobre esses organismos fascinantes que são as plantas e como elas realizam o processo de absorção de água! Como as plantas são a base da cadeia alimentar terrestre, estudá-las é essencial para entendermos como é possível a existência do ser humano no planeta Terra. Elas são chamadas de seres produtores, por conseguirem converter a energia luminosa em energia química, através do processo da fotossíntese, dando início assim a toda a cadeia de alimentação que conhecemos. Apesar de esses organismos serem tão maravilhosos, muitas vezes não recebem o devido interesse e essa falta

pode ser explicada através da relação que nós seres humanos temos com as plantas, ou melhor, com a falta de relação que temos com elas. Essa falta de relação pode ser explicada em decorrência da chamada cegueira botânica (WANDERSEE; SCHUSSLER, 2001). Como as plantas são seres vivos essenciais do ambiente, realizando diversos serviços ecológicos (ANDRADE; IBRAHIM, 2003) e fazendo parte do cotidiano dos seres humanos, através da alimentação, fornecimento de abrigo, vestuário e fármacos, acreditamos que seja essencial o entendimento da sua dinâmica de vida. Um dos meios para o ensino e aprendizagem sobre a dinâmica desses seres é através da educação formal, na escola que, nos currículos, têm a temática Botânica durante o ensino Básico. De acordo com Ursi *et al.* (2018) a botânica, mesmo sendo uma ciência normalmente considerada pouco interessante por estudantes, deve ser estudada pensando em aumentar o repertório cultural, auxiliando na formação de um cidadão reflexivo, que consegue analisar criticamente algumas situações e modificar sua realidade.

Consideramos que o ensino de conteúdos relacionados à botânica faz parte do processo de alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2011), para que o aluno tenha subsídios científicos, superando o senso comum de algumas explicações, consideramos que ele deva ser protagonista no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, concebemos que desenvolver os conteúdos de forma investigativa faz com que esse protagonismo fique mais evidente, apresentando os passos de como se "faz ciência". Freire (2009) enfatizou a importância de superar a educação bancária, tradicional e focar a aprendizagem no aluno, envolvendo-o, motivando-o com um constante diálogo. Por esse motivo, qualquer ação proposta com a intenção de ensinar deve ser pensada na perspectiva dos alunos, com situações de aprendizagem que foquem nas atividades dos estudantes, pois é a aprendizagem destes, o objetivo principal da ação educativa (DIESEL, 2014).

Consideramos que é muito importante tratar do tema de condução da água pelas plantas, principalmente por gerar dúvidas de interpretação da importância e funcionalidade desse transporte (COKADAR; ÖZEL, 2008). A importância do conhecimento deste conteúdo está inserida em um contexto mais abrangente, onde a água faz parte da constituição de todos os seres vivos, sendo crucial para a vida em nosso planeta. Com o desmatamento avançando e as áreas verdes do nosso planeta diminuído, nós estamos reduzindo drasticamente a quantidade de alguns dos organismos que utilizam um dos principais gases do efeito estufa, o CO_2. Os gases do

efeito estufa, em excesso, causam o aumento da temperatura no planeta com efeitos catastróficos, uma vez que maiores temperaturas e menores quantidades de áreas verdes fazem também com que a umidade relativa do ar caia, influenciando na quantidade de água que precipita e nutre os nossos veios subterrâneos de água, que cada vez estão mais profundos pelo mau uso dos recursos hídricos (ROCKSTRÖM; FALKENMARK, 2000). Somente um ensino que se preocupe em aumentar a perspectiva dos alunos às mudanças que estão ocorrendo, com embasamento científico, com sua participação ativa, poderá formar cidadãos mais comprometidos com a biodiversidade e com a sociedade em que estamos vivendo.

O objetivo deste capítulo é apresentar uma proposta de atividade para alunos do ensino fundamental, principalmente abordando o tema de transporte de água por meio de atividades práticas e reflexão realizada em grupo. Na descrição da atividade, apresentaremos o objetivo, o tempo de duração de cada etapa, os materiais necessários, que foram pensados para serem utilizados em sala de aula mesmo, não necessitando assim de um laboratório específico, além das metodologias ativas de aprendizagem a serem desenvolvidas em conjunto.

DESCRIÇÃO ATIVIDADE DIDÁTICA

Tema da aula: Como ocorre a condução da água nas plantas?

Objetivo da aula

Estimular o aprendizado através de metodologias ativas, minimizando a Cegueira Botânica com o tema condução da água na planta.

Público-alvo

Alunos de 6º ou 7º anos do Ensino Fundamental II.

Número esperado de alunos por sala

30 a 35 alunos.

Tempo estimado para a atividade

2 aulas de 50 minutos de duração.

A questão da água e sua importância para o planeta e para a manutenção da vida é um assunto fundamental a ser trabalhado no ensino básico. Tal temática envolve a área botânica e sofre com certa desvalorização, precisando lidar com a dificuldade adicional gerada pelo fenômeno da cegueira botânica (URSI et al. 2018; SALATINO; BUCKERIDGE 2016). Dessa forma abordar e trazer metodologias ativas de aprendizagem, numa visão direcionada para o ensino de botânica com o tema de condução da água nas plantas, aproxima os alunos do reconhecimento das plantas como organismos vivos além de abordar a questão da água e sua importância nas plantas e para todos os seres vivos.

Nossa proposta de atividade visa, utilizando metodologias ativas de aprendizagem, engajar os estudantes em um processo investigativo e auxiliar em sua compreensão sobre a condução da água nas plantas.

DIA 01: CAPILARIDADE

Objetivo específico

Visualizar e compreender o fenômeno da capilaridade, e relacionar esse fenômeno com o transporte de água na planta.

Principais metodologias ativas de aprendizagem

Grupos murmurantes e atividade prática.

Avaliação

Registros durante o experimento e respostas às perguntas da atividade (avaliação em grupo).

Os alunos serão divididos em grupos de 5 membros, cada grupo receberá uma cópia do texto inicial informativo sobre o tema (**APÊNDICE 1, ATIVIDADE 1**). Esse texto consiste no relato de um jovem que, ao observar as árvores de sua rua, nota que há diferenças entre como o cimento havia sido colocado em volta das raízes de cada árvore: algumas cobertas quase totalmente por cimento, outras com a presença de canteiros ou amplo espaço de solo descoberto. O jovem também repara no modo como as árvores estão se desenvolvendo, algumas majestosas e vistosas e outras com aspecto seco e folhas amareladas.

TABELA 1

Descrição das atividades didáticas do primeiro dia, contendo o tempo estimado para cada tarefa, a categoria enquadrada, o objetivo atingido, descrição da atividade materiais necessários e estratégia didática utilizada.

AULA 1

TEMPO	CATEGORIA	OBJETIVOS	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	MATERIAIS	ESTRATÉGIAS
20 MIN	INTRODUÇÃO	Familiarizar com o assunto; sensibilizar sobre o assunto	Ler texto em grupo	Os alunos são separados em grupos de 5 alunos, recebem um texto em forma de relato com um questionamento sobre como a água percorre a planta	1 cópia para cada grupo do texto 1, referente aos dias 23 e 24 do diário	Grupos murmurantes
5 MIN	EXECUTAR EXPERIMENTO	Visualizar o efeito de capilaridade da água	Executar o experimento mencionado no texto	Realização de um experimento para visualizar e compreender o efeito da capilaridade. Para isso os alunos introduzem a ponta de um papel toalha (ou higiênico) em um recipiente com água e corante e observam o que acontece	Recipiente com água (ex. placa de petri), 1 pedaço de papel toalha (ou higiênico) e corante anilina - 1 kit por grupo	Atividade prática em grupo
15 A 20 MIN	DESENVOLVIMENTO	Discutir e resolver problemas	Discutir em grupo, buscando relacionar e responder a situação observada no texto	Os alunos no grupo discutem entre eles, e propõem como o efeito visualizado no experimento está relacionado com o problema apresentado no texto. Alunos registram todas as explicações numa folha, e todos integrantes devem ter o registro (pode ser o verso do texto)	Lápis e borracha	Grupos murmurantes
5 MIN	SÍNTESE	Sumarizar conceitos	Professor sintetiza o conceito abordado no experimento - capilaridade	O professor pergunta a turma se todos conseguiram visualizar a água subir no papel, e descreve esse fenômeno como capilaridade: capacidade que as moléculas de água têm de "subirem papel acima"		Aula dialogada

Essas observações levam a um questionamento e o jovem busca ajuda de seu amigo, que propõe uma experiência para a compreensão das observações.

Os grupos, além de receber o texto, receberão também materiais para realizar o experimento mencionado no texto. Em seguida, discutirão entre si os resultados observados. No texto, após a descrição do experimento, há questões norteadoras que o grupo deve tentar debater e responder. Os alunos deverão registrar as suas observações e respostas. O professor deve auxiliar os grupos em suas demandas, bem como verificar e execução da experiência. Antes do fim da aula, o professor deve fazer uma breve explicação do experimento, visando retomar o fenômeno da capilaridade (não é necessária nem esperada a compreensão química da interação das moléculas de água, apenas o aspecto físico do transporte de água). A sumarização das atividades desse primeiro dia de aula está descrita na **TABELA 1**.

Dia 02: Ascensão da água na planta e pressão

Objetivo específico

Visualizar e compreender o fenômeno da ascensão da água nas plantas, através de diferença de pressão e relacionar com o movimento da água no interior das plantas

Principais metodologias ativas de aprendizagem

Grupos murmurantes, atividade prática, exercício de cantos (adaptado)

Avaliação

Registros sumarizando as respostas dos dois dias em uma cartolina.

Nos mesmos grupos da aula anterior, os alunos vão receber um segundo texto (**APÊNDICE 1, ATIVIDADE 2**), contendo uma continuação do texto da primeira aula. Nesse texto, o jovem ainda tem dúvidas e pergunta ao seu avô se ele pode ajudar. Novamente, no texto está descrito e proposto um experimento para auxiliar na compreensão do fenômeno. Os alunos receberão também os materiais necessários para realizar o experimento mencionado no texto.

Após a leitura do texto, os alunos farão o experimento e discutirão entre si o resultado obtido. No texto, após a descrição do experimento, há questões norteadoras sobre as quais o grupo deve debater e responder. Alunos

devem relacionar os experimentos das duas aulas com os questionamentos da personagem do texto. Os alunos deverão registrar as suas observações, respostas e conclusões em uma cartolina, que ficará disponível para que os colegas vejam e possam comparar suas respostas com as apresentadas pelos outros grupos. Como ocorreu na aula anterior, o professor fica à disposição para auxílio quando necessário.

A sumarização das atividades e os tempos do segundo dia de aula estão descritos na **TABELA 2**.

Após essa dinâmica, o professor pode solicitar atenção aos alunos, fazer uma sumarização e fechamento do que foi trabalhado e discutido. É possível também que o professor dedique maior atenção à explicação do experimento do dia 2 (visto que o experimento do primeiro dia já foi retomado pelo professor ao final da referida aula) e as respostas trazidas de casa. Nesse momento, é importante o professor incentivar que todos entendam as etapas e as explicações. Uma boa estratégia é sumarizar na lousa as ideias centrais.

Considerações Finais

Esperamos que essas atividades possam auxiliar as professoras e professores a trabalharem os conteúdos de botânica, estabelecendo ou reestabelecendo o vínculo entre os estudantes, as plantas e os conhecimentos acerca de suas temáticas. A aproximação desses conteúdos com o fazer em sala de aula permite a priorização do ensino desse tema, principalmente por trazer ao destaque um olhar para seres vivos que, muitas vezes, passam despercebidos.

Dentre os caminhos possíveis para o estudo de temáticas da botânica, elegemos o transporte de água pelas plantas como um conteúdo fundamental para que os alunos entendam que a água é essencial para a sobrevivência dos vegetais. Compreendendo o papel da água na vida desses seres, e que ela não é o "alimento" dos vegetais, mas sim um elemento imprescindível, pois, sem ela não é possível realizar as funções básicas de um ser vivo.

Para além dos conteúdos, a organização e dinâmica das atividades foram pensadas para envolver os estudantes com o fazer científico ao observar fenômenos, experimentar, analisar, discutir e sistematizar conhecimentos. O papel ativo dos alunos e alunas em um cenário de interação com os pares, aproxima a sala de aula de práticas da ciência e permite um trilhar suave pelos caminhos da botânica.

TABELA 2

Descrição das atividades didáticas do segundo dia, contendo o tempo estimado para cada tarefa, a categoria enquadrada, o objetivo atingido, descrição da atividade materiais necessários e estratégia didática utilizada.

AULA 2

TEMPO	CATEGORIA	OBJETIVOS	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	MATERIAIS	ESTRATÉGIAS
20 MIN	INTRODUÇÃO	Sensibilizar e familiarizar o assunto	Ler texto em grupo	Já nos grupos da aula 1, cada grupo recebe mais um pequeno texto, dando continuidade ao anterior	1 cópia para cada grupo do texto 2, referente ao dia 25 do diário	Grupos murmurantes
5 MIN	EXECUTAR EXPERIMENTO	Perceber o efeito da pressão	Executar o experimento mencionado no texto	Realização de um experimento para perceber o efeito da pressão. Para isso os alunos devem sugar de dois canudos simultaneamente, um dentro de um recipiente com água e um fora do recipiente, puxando assim apenas ar, para perceberem que o líquido não chega à boca	2 canudos e 1 copo de água por grupo	Atividade prática em grupo
15 A 20 MIN	DESENVOLVIMENTO	Discutir e resolver problemas	Discutir em grupo, buscando relacionar e responder a situação observada no texto, também relacionando com a aula anterior	Em grupos, os alunos vão discutir as questões e propor como o efeito percebido no experimento está relacionado com o problema apresentado no texto. Eles devem juntar essas respostas com as observações e respostas do dia anterior e formalizar essas ideias em uma explicação única, registrando-a em uma cartolina	Marcador colorido e cartolina	Grupos murmurantes
5 A 10 MIN	EXPOSIÇÃO	Verificar o resultado do resto da turma	Alunos circulam pela sala e verificam a explicação dos demais grupos	Finalizando o cartaz os grupos o deixam em um canto da sala e circulam para verificar o que os demais colegas fizerem, passeando e visitando cada cartaz do outro grupo	Sala de aula	Exercício de canto (adaptado)

Referências Bibliográficas

ANDRADE, H.J.; IBRAHIM, M. Como monitorear el secuestro de carbono en los sistemas silvopastoriles? **Agroforesteríaenlas Américas**, v.10, p.109-116, 2003.

ÇOKADAR, Hulusi; ÖZEL, Murat. ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS'IDEAS ABOUT WATER TRANSPORT IN PLANTS. **Journal of Baltic Science Education**, v. 7, n. 3, 2008.

DIESEL, A. et al. **Os princípios das metodologias ativas de ensino**: uma abordagem teórica. Thema, Santa Catarina, v. 14, n. 1, p.268-288, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 36. ed, São Paulo: Paz e Terra, 2009.

ROCKSTRÖM, J. & FALKENMARK, M. 2000. Semiarid crop production from a hydrologycal perspective: gap between potential and actual yield. **Crit. Rev. PlantScie**., 19: 319- 346.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que serve saber Botânica? **Estudos Avançados** v. 30. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências.** V. 16 (1), pp. 59-77, 2011.

URSI, S. et al. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados** v. 32. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2018

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v.47, p.2-9, 2002.

APÊNDICE
TEXTO INTRODUTÓRIO: RELATO DO DIÁRIO DE UM ESTUDANTE

ATIVIDADE 1

DIA 23 DE OUTUBRO DE 2018

Iniciei hoje um passeio pelas ruas do meu bairro, ou como diria meu avô Benedito, uma expedição exploratória. Ao observar as árvores que cresciam na calçada, percebi que o cimento havia sido colocado de um jeito diferente ao redor de cada uma: algumas tinham sua base quase completamente coberta pelo cimento, sem nenhuma raiz a vista; enquanto outras tinham algum espaço de terra ao seu redor; e outras ainda contavam até com um pequeno muro ao seu redor que protegia um pouco as raízes que estavam para fora da terra.

Mas o que mais chamou minha atenção foi o fato de que algumas árvores estavam com as folhas amareladas, mesmo sendo ainda primavera, e alguns dos galhos caídos por perto estavam ressecados (o que achei muito estranho, já que choveu ontem de manhã). Será que a chuva dos últimos dias não foi suficiente para essas árvores? Será que as folhas dessas árvores não estão conseguindo absorver água suficiente da chuva? E por que árvores que estão tão próximas estão reagindo de forma tão diferente à falta de água?

Figura 1. Desenho esquemático, para ilustrar o que foi observado pela personagem em relação ao espaço da base da árvore. Fonte: ASSIS, J.C., 2020.

DIA 24 DE OUTUBRO DE 2018

Fui perguntar para o meu amigo Pedro o que ele achava sobre o que aconteceu com as árvores da rua. Ele entende muito mais do que eu sobre plantas, mas ele não quis me dizer o que era aquilo, só me deu uma experiência pra fazer e disse que depois da experiência eu entenderia melhor o fenômeno.

A experiência era o seguinte:
Colocar a ponta de uma tira de papel higiênico em um recipiente com água e observar o que acontece com a água.

Ele disse que se eu colocasse um corante na água eu veria algo mais bonito acontecer.

Fazendo o experimento sugerido pelo Pedro, o que vemos acontecer? Que relação isso pode ter com as perguntas que ele fez? Crie possíveis explicações para justificar por que isso acontece.

ATIVIDADE 2

DIA 25 DE OUTUBRO DE 2018

Fiz o que o Pedro falou, mas continuei sem entender por que algumas árvores estavam com as folhas secas e os galhos ressecados.

Se tem alguém que sabe de tudo dessa vida, esse alguém é meu avô Benedito, então fui perguntar pra ele. Ele me disse que a água entra nas plantas pela raiz, e não pelas folhas!

Então o experimento do Pedro fez mais sentido, mas fiquei com outra dúvida, como a planta faz pra água ir lá de baixo, na raiz até lá no alto, chegando nas folhas?

Esse meu avô não quis responder, só riu e mandou eu fazer outra experiência. A única dica que ele me deu foi que dentro das plantas existem caninhos, que se chamam "**vasos condutores**".

A experiência do meu avô era:

Tente puxar a água de um copo utilizando dois canudos ao mesmo tempo, um dentro do copo e o outro do lado de fora do copo.

No seu grupo:
Fazendo o que o avô Benedito disse, o que acontece com a água do copo? Por que isso acontece?

Qual a possível relação desses experimentos com a questão levantada ao observar as árvores da rua? E qual a relação entre esse experimento e a nossa questão inicial?

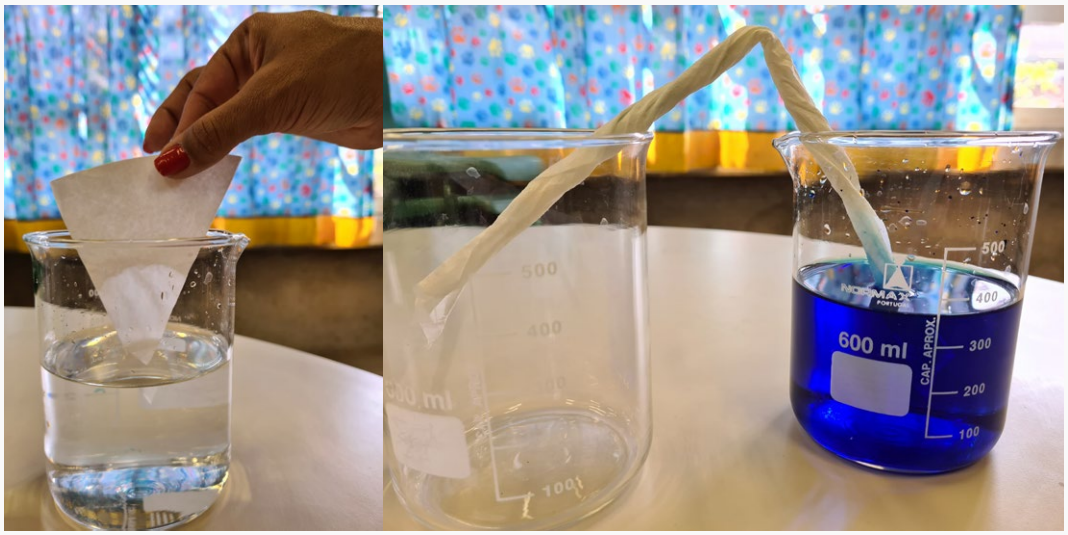


Figura 2. Demonstração do experimento de capilaridade, **a.** detalhe mostrando que apenas a ponta do papel é introduzida na água; **b.** imagem mostrando resultado esperado, após a introdução do papel na água. Fonte: ASSIS, J.C., 2020.

Figura 3.
Demonstração do experimento de ascensão da água, usando dois canudos, um dos canudos fora e ambos canudos no líquido. Fonte: ASSIS, J.C., 2020

7

Atividade 3
Forma e Função em plantas
ensino de morfologia vegetal e percepção botânica por meio de metodologias ativas

GRAYCE HELENA SOUZA DOMICIANO
GRAYCEHELENA@USP.BR
USP, Universidade de São Paulo

JULIANA SILVA NASCIMENTO DE NOVAIS
JULIANASNNOVAIS@HOTMAIL.COM
UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Introdução

O Brasil está entre os países de maior diversidade biológica do mundo (SIMÕES, 2008), com estimativas para o número de espécies de plantas superior a 40.000 espécies (FIORAVANTI, 2016). Nessa perspectiva acreditamos que o conhecimento sobre essa diversidade precisa ganhar maior atenção e relevância na educação básica, de forma que os alunos possam se relacionar com as plantas e suas características evolutivas e assim, percebê-las como seres vivos. Esse é um dos objetivos do ensino de botânica no Ensino Fundamental: trazer aos alunos a percepção de que as plantas são seres vivos diversos, constituídos de diferentes partes e necessidades (SILVA; LOPES, 2014).

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) não apresenta uma abordagem que integra temas de Anatomia, Fisiologia, Genética, Evolução dos Seres, Zoologia e Botânica entre si, o que faz parecer que esses termos são separados e não correspondem a temas interligados entre si. Nos parece que cada conhecimento não explora as diversas necessidades para a vida dos animais e das plantas, faltando também estudos sobre os ecossistemas globais e suas influências. Nesse sentido, quando falamos de forma, função e funcionamento dos órgãos vegetativos, percebemos um aprendizado desordenado, no qual os alunos conseguem reconhecer a existência dos órgãos vegetativos, mas não a importância do funcionamento desses para o desenvolvimento das plantas e seu papel na comunidade biológica (COELHO et al., 2018).

Nos livros didáticos encontramos a mesma negligência quando o assunto é o ensino de botânica (SANTOS, 2006). Apesar das plantas terem presença constante no nosso dia-a-dia, ainda há pouco interesse e reconhecimento, parte disso podendo ser reflexo da falta de exploração de conceitos e experimentação real da vida vegetal (URSI et al., 2018). Para descrever esse fato, Wandersee e Schussler (2001) utilizaram o termo cegueira botânica para definir a incapacidade das pessoas em ver ou notar as plantas no ambiente, levando a falta de reconhecimento e consequentemente de importância à vida dos vegetais no ambiente. Essa ausência de percepção da beleza estética e a equivocada ideia de que as plantas são inferiores e menos úteis ao meio ambiente do que os animais, tornam o desmatamento, por exemplo, algo banal e impenitente. Nesse sentido, Salatino e Buckeridge (2016) ressaltam em seus estudos que a cegueira botânica é uma característica da espécie humana. Segundo os autores, ignorar a presença das plantas e perceber e reconhecer animais na natureza é algo que deve passar por transformações, partindo pela exploração do contexto da cegueira botânica.

Diante do exposto, é fundamental que o ensino de botânica seja objetivo e contextualizado, com enfoque nas interações, características físicas, biológicas e necessidade fisiológicas dos vegetais, de forma clara, mostrando, a partir da vivência, a complementariedade dos assuntos. Sabemos que as metodologias tradicionais ainda dominam o ensino de ciências nas escolas, ocorrendo a transmissão do conhecimento do educador para o educando, sem considerar o conhecimento prévio do aluno (MELO et al., 2012), mas esse tipo de ensino pode ser revisto. Desenvolver o pensamento crítico no educando é tão importante quanto fixar os conteúdos. O professor, assim, assume o papel de auxiliar o aluno a construir o conhecimento de forma ativa, promovendo

assim a aprendizagem significativa. No entanto, precisa-se encontrar o equilíbrio entre o estímulo do pensamento crítico e a atenção ao desenvolvimento cognitivo do aluno (JÓFILI, 2002). Segundo Prince (2004), esse modelo de aprendizagem baseado em metodologias ativas de ensino conduz o aluno a situações de aprendizagem mais significativas, pois utilizam métodos instrumentais envolventes, diferente das aulas tradicionais no qual o educando recebe passivamente as informações do educador.

Pensando em todas essas considerações, elaboramos nesse capítulo uma sequência didática com o objetivo de fazer o aluno reconhecer a planta como ser vivo, a partir da compreensão da fisiologia de seus principais órgãos (raiz, caule e folha), bem como sua importância ecológicas e climáticas, e visando ampliar a percepção sobre esses organismos, minimizando a cegueira botânica.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE DIDÁTICA

Tema: Qual é a relação entre a fisiologia dos principais órgãos de uma planta (raiz, caule e folha) e seu papel na manutenção do equilíbrio ecológico e climático do planeta?

Objetivo geral

Estimular o aumento da percepção e conhecimento da importância ecológica e climática dos vegetais por meio da compreensão de sua fisiologia (principalmente no que se refere ao funcionamento dos órgãos vegetais raiz, caule e folha) minimizando a cegueira botânica utilizando metodologias ativas de aprendizagem.

Público-alvo

Alunos do 7º ano do Ensino Fundamental II.

Número esperado de alunos por sala

Máximo 30 alunos.

Tempo estimado para a atividade

2 aulas de 50 minutos de duração.

Compreender a fisiologia vegetal a fim estabelecer relações com o equilíbrio ecológico e climático no planeta é fundamental para o estudante desenvolver uma visão holística da importância dos organismos fotossintetizantes. Para tanto, a sequência didática apresentada a seguir, lança mão de estratégias de aprendizagem que colocam o estudante como protagonista na construção de seu conhecimento, utilizando roteiros de estudos em nível de dificuldade de acordo com sua faixa etária. Nesse contexto, os alunos deverão utilizar fontes de informação tais como: livro didático, dicionários, sites da internet, dentre outros.

Em resumo, a sequência didática é apresentada de forma a ser trabalhada em duas aulas de 50 minutos, contemplando uma *classe invertida* antes da primeira aula e uma tarefa de casa a ser realizada entre a primeira e segunda aula. Na primeira aula o foco é no trabalho da apreensão dos conceitos básicos sobre os órgãos vegetais raiz, caule e folha, englobando sua fisiologia e interações entre eles e com o meio. A tarefa de casa promoverá uma atividade no qual o aluno deverá aplicar tais conhecimentos e aprofundar a pesquisa sobre a importância ecológica e climática das plantas, bem como desenvolver certa empatia por elas. E por fim, na segunda aula, utilizando os conhecimentos já estudados, os alunos deverão aplicá-los por meio de uma análise crítica de um vídeo e promover uma campanha de conscientização e sensibilização a fim de minimizar a cegueira botânica na comunidade escolar.

Aula 01

Objetivos específicos

Identificar e compreender a função e características de diferentes raízes, caules e folhas; compreender o funcionamento de uma planta de forma integral.

Principais metodologias ativas de aprendizagem

classe invertida, *revisão em pares*, *painel integrado*, *grupos murmurantes*.

Avaliação

Respostas dos roteiros de estudo, observação das explicações realizadas, legendas das imagens propostas.

A sequência tem início com a estratégia *classe invertida*, no qual o aluno busca o conhecimento previamente a aula. Os alunos serão divididos em três grandes grupos e cada qual irá pesquisar sobre um órgão vegetal (raiz, caule ou folha). Os alunos deverão responder a um roteiro de estudo (**APÊNDICE**, com versão com gabarito para auxílio ao professor) em casa (individualmente) sobre as funções, tipos e características desses órgãos vegetais. O roteiro foi elaborado de forma a aproximar os conceitos de botânica a realidade do aluno uma vez que eles serão convidados a pesquisar espécies brasileiras e/ou utilizadas no cotidiano.

No início da primeira aula, haverá a formação de duplas de alunos que estudaram o mesmo roteiro com o objetivo de comparar respostas, tirar dúvidas e corrigir possíveis erros conceituais (revisão em pares). Nesse momento é muito importante a supervisão do professor, oferecendo auxílio quando necessário. A dupla de alunos deverá se organizar a fim de dividir o conteúdo de seu roteiro para explanação que ocorrerá na próxima atividade. Três duplas, uma referente a cada órgão vegetal, deverão se reunir e assim formar um grupo com seis integrantes e realizar a atividade painel integrado. Nessa atividade, além de expor seus desenhos, todos explicam para todos seus respectivos conceitos presentes em seus roteiros de estudos. Esse processo, no qual os alunos explicam os conceitos com suas palavras e de acordo com seus registros (principalmente seus desenhos) torna a aprendizagem ativa e significativa.

Para sintetizar e concluir o estudo dos órgãos vegetativos de forma integrada, cada grupo receberá duas imagens de espécies da flora brasileira e juntos, deverão legendá-las utilizando o maior número possível de informações sobre raiz, caule e folha (*grupos murmurantes*). Se o professor achar interessante e houver tempo hábil, poderá ser feito um rodízio das imagens legendadas entre os grupos para apreciação, comparação e solução de possíveis dúvidas. Pode-se também montar um mural com as imagens e deixar fixado na sala.

Para finalizar a primeira aula e fazer a conexão para a tarefa de casa e próxima aula, o professor deverá mediar um diálogo com o objetivo de apresentar o conceito de "cegueira botânica" aos alunos, descrevendo o que é

e suas consequências. Para instigar a curiosidade e iniciar a introdução de forma reflexiva, o professor deverá apresentar uma imagem de um animal inserido em uma floresta e perguntar o que os alunos veem. No **CAPÍTULO 2** sugerimos uma imagem a ser usada para esta atividade, mostrando um macaco-prego em segundo plano e plantas em primeiro plano. É importante salientar que esta imagem é de um ambiente de Mata Atlântica, floresta brasileira considerada a mais biodiversa do mundo e que, infelizmente, já teve quase 90% se seu território reduzido principalmente à cidades, monoculturas e pecuária. Em geral, a primeira resposta esperada para esta atividade é o nome do animal, e em seguida, talvez, alguma menção a floresta. Nesse momento é importante refletir com os alunos a idéia de "cegueira botânica", explicando o conceito. Utilizando linguagem apropriada a faixa etária dos alunos, o professor poderá discorrer sobre os três eixos que os autores Wandersee e Schussler (2001) apresentam para o tema, tais como: a) a dificuldade de reconhecer a importância das plantas; b) reconhecer seus aspectos biológicos e estéticos; e c) a crença de que as plantas são seres inferiores e não merecedores de atenção. Outros aspectos históricos interessantes que o professor pode citar, é que damos mais atenção aos aspectos/características ligados aos animais, pois estes se movimentam, possuem padrões e nos ameaçam, tornando as plantas apenas um plano de fundo no cenário, pois, por elas serem estáticas aos nossos olhos, não nos oferecem ameaças; a cultura em geral, negligencia as plantas; o **zoochauvinismo**, ou seja a utilização apenas exemplos animais tanto na cultura, quanto na mídia, no ensino de conceitos como evolução e filogenia dentro da biologia, dentre outros (o que será tratado na análise crítica do vídeo proposto para a segunda aula). Por fim, é fundamental que o professor deixe claro para os alunos as consequências que a cegueira botânica causa à natureza, incluindo a sociedade humana. É observado que o desmatamento está diretamente relacionado com a obtenção de lucros materiais em detrimento da importância da preservação das florestas e outros biomas, causando desiquilíbrios que vão desde o aumento da extinção de espécies às mudanças climáticas globais, tornando o futuro das futuras gerações incerto e perigoso.

Diante desta perspectiva, o professor convidará os alunos a fazer um exercício de empatia explicando a tarefa de casa. Os alunos deverão escolher uma árvore de seu convívio cotidiano a realizar um trabalho descritivo. Partindo de um desenho da árvore escolhida e seguindo para a elaboração de uma narrativa em primeira pessoa, o aluno se verá imerso no universo do que ser

uma árvore. O aluno deverá pesquisar as principais importâncias ecológicas e climáticas das árvores e incluir em sua descrição. Algumas perguntas norteadoras poderão auxiliar o aluno em sua descrição, tais como: Como é ser uma árvore? Como eu me alimento? O que fazem minhas raízes, meu caule e minhas folhas? Como minha raiz, caule e folhas trabalham juntos para me manter viva? Como estão minhas folhas? Nesse momento, estou dando flores ou frutos? Há intervenções humanas que me prejudicam (concretos, pinturas, arranhões, fios elétricos, podas radicais, etc.)? Como me prejudicam? Há animais que vivem em minha copa? Há parasitas que me prejudicam? Qual é minha importância ecológica? Qual é minha importância climática? Se eu tivesse um nome, qual seria? De minha perspectiva, o que eu vejo? O que eu sinto? O que eu gostaria? Professor, fique à vontade para incluir as perguntas que desejar.

Acreditamos que essa atividade não promova apenas ganhos cognitivos, mas também afetivos, uma vez que se colocar no lugar de algo ou alguém promove sensibilização por meio da empatia, processo vital na criação de valores e motivação para a mudança de atitudes, no caso do contexto da cegueira botânica, atitudes no sentido pró-ambiente.

Para avaliação, serão utilizadas as análises das respostas dos roteiros de estudo, observação das explicações realizadas, legendas das imagens propostas e descrição da árvore. A **TABELA 1**, organiza as atividades previstas para a primeira aula.

Aula 02

Objetivos específicos

Sensibilizar, compreender e reconhecer a importância ecológica e climática das plantas; Criar empatia com as plantas; Elaborar campanha a fim de minimizar a cegueira botânica na comunidade escolar.

Principais metodologias ativas de aprendizagem

Tabela de revisão, grupos murmurantes.

Avaliação

Respostas ao questionário, participação dos alunos na discussão dialogada e análise dos cartazes de campanha de sensibilização.

TABELA 1

Descrição das atividades didáticas do primeiro dia, contendo o tempo estimado para cada tarefa, a categoria enquadrada, o objetivo atingido, descrição da atividade materiais necessários e estratégia didática utilizada.

AULA 1

TEMPO	CATEGORIA	OBJETIVOS	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	MATERIAIS	ESTRATÉGIAS
20 MIN	INTRODUÇÃO	Familiarizar com o assunto; sensibilizar sobre o assunto	Ler texto em grupo	Os alunos são separados em grupos de 5 alunos, recebem um texto em forma de relato com um questionamento sobre como a água percorre a planta	1 cópia para cada grupo do texto 1, referente aos dias 23 e 24 do diário	Grupos murmurantes
5 MIN	EXECUTAR EXPERIMENTO	Visualizar o efeito de capilaridade da água	Executar o experimento mencionado no texto	Realização de um experimento para visualizar e compreender o efeito da capilaridade. Para isso os alunos introduzem a ponta de um papel toalha (ou higiênico) em um recipiente com água e corante e observam o que acontece	Recipiente com água (ex. placa de petri), 1 pedaço de papel toalha (ou higiênico) e corante anilina - 1 kit por grupo	Atividade prática em grupo
15 A 20 MIN	DESENVOLVIMENTO	Discutir e resolver problemas	Discutir em grupo, buscando relacionar e responder a situação observada no texto	Os alunos no grupo discutem entre eles, e propõem como o efeito visualizado no experimento está relacionado com o problema apresentado no texto. Alunos registram todas as explicações numa folha, e todos integrantes devem ter o registro (pode ser o verso do texto)	Lápis e borracha	Grupos murmurantes
5 MIN	SÍNTESE	Sumarizar conceitos	Professor sintetiza o conceito abordado no experimento - capilaridade	O professor pergunta a turma se todos conseguiram visualizar a água subir no papel, e descreve esse fenômeno como capilaridade: capacidade que as moléculas de água têm de "subirem papel acima"		Aula dialogada

No início da segunda aula, é importante que o professor aprecie e valorize os desenhos que os alunos elaboraram como tarefa de casa e deixe-os mostrar para seus colegas. Em seguida, o professor mediará um diálogo que promova a troca de informações coletadas pelos alunos na tarefa de casa, e nessa atividade o professor irá listar os achados dos alunos com destaque às principais interferências humanas e suas consequências para a saúde das árvores. Acreditamos que as interferências mais frequentes serão o concreto na base da árvore dificultando que a as raízes absorvam a água e sais minerais essenciais à manutenção da vida da árvore e, fios elétricos e podas radicais que minimizam o crescimento de sua copa, diminuindo a possibilidade de fotossíntese.

Outras duas listas fundamentais a serem elaboradas pelo professor de acordo com os registros dos alunos é a das principais importâncias ecológicas e climáticas das plantas. As seguintes importâncias não podem ficar fora da lista, e, se não forem citadas, é importante que o professor interaja com os alunos a fim de fazê-los chegar à conclusão sobre tais importâncias, completando a lista. As importâncias podem ser:

A. **ECOLÓGICAS:** os seres fotossintetizantes, incluindo as árvores, são a base de todas as cadeias alimentares; fornecem oxigênio para todos os seres heterotróficos, dentre eles todos os animais; servem de abrigo e/ou refúgio para inúmeras formas de vida, dentre eles seres microscópicos, fungos, outras plantas e animais; suas raízes protegem o solo contra a erosão;

B. **CLIMÁTICAS:** localmente, as árvores produzem sombra que protegem o solo contra incidência direta dos raios solares, fazendo a manutenção da temperatura; liberam vapor d'água participando da manutenção adequada à vida da umidade relativa do ar (acima de 30%), principalmente em locais distantes de fontes hídricas, como lagos, rios e oceanos; globalmente, por meio da fotossíntese, algas, plantas e árvores são os únicos seres vivos capazes de absorver o gás carbônico retirando-o da atmosfera, principal gás responsável pelo efeito estufa; a grande quantidade de vapor d'água emitido pelas florestas foram os chamados "rios voadores", importantes correntes de chuvas que abastecem e mantem o clima tropical em diversos locais do planeta.

Após a discussão e elaboração conjunta da tabela de revisão, o professor deverá entregar aos alunos um questionário (**APÊNDICE,** com versão com gabarito para auxílio ao professor) sobre um vídeo para que os alunos

o assistam de forma crítica. A sugestão de vídeo a ser apresentado aos alunos é "Uma intervenção urbana pelo futuro do planeta[1]". Esse vídeo mostra uma intervenção urbana (imensos painéis de LED instalados próximo à sede da Organização das Nações Unidas, em Nova York, EUA), que ocorreu em setembro de 2014, antes da cúpula pelo clima da Organização das Nações Unidas (ONU). A instalação teve como objetivo sensibilizar a geração atual a mudarem o rumo da sociedade, para uma modelo de baixa emissão de gás carbônico, principal responsável pela intensificação do efeito estufa causando as chamadas mudanças climáticas globais - aquecimento global-, e gerando inúmeros impactos, dentre eles, o apresentado no vídeo, a extinção em massa de espécies. Em outras palavras, foi objetivo da intervenção mitigar as mudanças climáticas globais e garantir que o planeta não aqueça mais de 2°C.

O citado vídeo foi escolhido para a atividade pois pode ser considerado um exemplo de cegueira botânica, uma vez que os produtores do vídeo utilizaram apenas imagens de animais ameaçados de extinção para sensibilizar o público sobre o problema central das mudanças climáticas globais, e além, por serem os vegetais os principais protagonistas em ações de mitigação frente a esse desafio (manter em pé as florestas que são sumidouros de carbono e promover o plantio para sequestrar o carbono excedente na atmosfera), e, em nenhum momento o vídeo faz menção às plantas. A resolução das questões do questionário induzirá o aluno a analisar criticamente o vídeo, percebendo a cegueira botânica em um contexto atual e muito importante (cúpula da ONU) e papel essencial das florestas para o equilíbrio ecológico e climático do planeta. É importante o professor auxiliar os alunos a compreenderem a conexão entre os conhecimentos trabalhados na primeira aula (fisiologia de raiz, caule e folha), o processo da fotossíntese e as relações climáticas que envolvem o gás carbônico.

Para finalizar a aula e promover uma ação concreta que vise minimizar a cegueira botânica na comunidade escolar, o professor deverá entregar a cada um grupo uma cartolina para a confecção de um cartaz-campanha sobre o tema: #cegueirabotanicanao. O cartaz poderá ser fixado na escola e digitalizado e compartilhado nas redes sociais da escola. A descrição das atividades da segunda aula consta na **TABELA 2**.

1 Vídeo de 3min45, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=TWOVW1H7XlQ Acesso em 18 de setembro de 2020.

TABELA 2

Descrição das atividades didáticas do segundo dia, contendo o tempo estimado para cada tarefa, a categoria enquadrada, o objetivo atingido, descrição da atividade materiais necessários e estratégia didática utilizada.

AULA 2

TEMPO	CATEGORIA	OBJETIVOS	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	MATERIAIS	ESTRATÉGIAS
20 MIN	INTRODUÇÃO	Sensibilizar e familiarizar o assunto	Ler texto em grupo	Já nos grupos da aula 1, cada grupo recebe mais um pequeno texto, dando continuidade ao anterior	1 cópia para cada grupo do texto 2, referente ao dia 25 do diário	Grupos murmurantes
5 MIN	EXECUTAR EXPERIMENTO	Perceber o efeito da pressão	Executar o experimento mencionado no texto	Realização de um experimento para perceber o efeito da pressão. Para isso os alunos devem sugar de dois canudos simultaneamente, um dentro de um recipiente com água e um fora do recipiente, puxando assim apenas ar, para perceberem que o líquido não chega à boca	2 canudos e 1 copo de água por grupo	Atividade prática em grupo
15 A 20 MIN	DESENVOLVIMENTO	Discutir e resolver problemas	Discutir em grupo, buscando relacionar e responder a situação observada no texto, também relacionando com a aula anterior	Em grupos, os alunos vão discutir as questões e propor como o efeito percebido no experimento está relacionado com o problema apresentado no texto. Eles devem juntar essas respostas com as observações e respostas do dia anterior e formalizar essas ideias em uma explicação única, registrando-a em uma cartolina	Marcador colorido e cartolina	Grupos murmurantes
5 A 10 MIN	EXPOSIÇÃO	Verificar o resultado do resto da turma	Alunos circulam pela sala e verificam a explicação dos demais grupos	Finalizando o cartaz os grupos o deixam em um canto da sala e circulam para verificar o que os demais colegas fizerem, passeando e visitando cada cartaz do outro grupo	Sala de aula	Exercício de canto (adaptado)

Considerações Finais

O capítulo em questão pôde unir o conhecimento empírico ao teórico sobre as estruturas presentes nas plantas. Dessa forma, foi apresentado ao aluno a possibilidade de refletir sobre o papel desses seres vivos na manutenção da vida no planeta e, ao mesmo tempo, conhecer as variações das estruturas raízes, caule e folhas. Uniu-se a fisiologia e a organografia vegetal básica com a atenção holística e humana acerca de sua relevância no contexto de temas relacionados à sustentabilidade, dentre eles, a transdisciplinaridade das mudanças climáticas globais.

Espera-se com essa sequência didática, auxiliar os professores no desenvolvimento desse tema, de forma que proporcione vivências de ensino-aprendizagem contextualizadas e significativas. Pretende-se também, a partir dessas atividades, apresentar o quanto que o conhecimento botânico tem papel fundamental na formação de um cidadão reflexivo, sendo possível analisar criticamente as situações e assim, modificá-las dentro da sua realidade.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a Base. Brasília: MEC, 2018.

COELHO, Y. C. de M.; NASCIMENTO, A. T. A.; ROCHA, V. E N.; ALVES, G. Q.; LUCAS, F. C. A. **O uso de metodologias ativas nas aulas de botânica do ensino fundamental e as contribuições do herbário Mfs.** Editora Ralise. Universidade do Estado do Pará, 2018. Disponível em http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV117_MD1_SA16_ID10304_10092018220457.pdf. Acesso em 24/02/2019.

FIORAVANTI, C. A maior diversidade de plantas do mundo. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, Ed. 241, p. 42-47, abr. 2016.

JÓFILI, Z. Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. **Revista Educação: teorias e práticas**, v. 2, n. 2, p. 191-208, 2002.

MELO, E. A.; ABREU, F. F.; ANDRADE, A. B.; ARAÚJO, M. I. O. A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: Dificuldades e desafios. **Revista Scientia Plena**, v. 8, n. 10, p. 1-8, 2012.

PRINCE, M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. **Journal of Engineering Education**, p. 223-231, 2004.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que serve saber Botânica? **Estudos avançados** v. 30. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016

SANTOS, F. S. **A Botânica no Ensino Médio:** será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas? In: Estudos de História e Filosofia das Ciências. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2006, 416p.

SILVA, J. N.; LOPES, P. G. Botânica no Ensino Fundamental: diagnóstico de dificuldades no ensino e da percepção e representação da biodiversidade vegetal por estudantes. **Revista eletronica Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 2, p. 115-136, 2014.

SIMÕES, L. L. (Org.). **Unidades de Conservação:** Conservando a Vida, os Bens e os Serviços Sociais. São Paulo, 2008.

URSI, S.; BARBOSA, P. P.; SANO, P. T.; BERCHEZ, F. A. de S. Ensino de botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, p. 7-24, 2018.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v.47, p.2-9, 2001.

APÊNDICE
ROTEIRO VERSÃO ALUNO

Roteiro: RAIZ	Roteiro: CAULE	Roteiro: FOLHA
Os vegetais possuem 3 principais órgãos: raiz, caule e folha. O seu grupo irá estudar as raízes, para tanto, responda: 1. Cite duas principais funções das raízes. 2. Desenhe uma raiz axial e uma raiz fasciculada. Descreva a principal diferença entre elas. 3. As raízes a seguir, possuem funções especiais. Cite uma espécie de cada tipo, descreva brevemente tais funções e elabore uma ilustração para cada uma delas. a. tuberosa b. tabular c. grampiforme d. respiratória e. sugadora	Os vegetais possuem 3 principais órgãos: raiz, caule e folha. O seu grupo irá estudar os caules, para tanto, responda: 1. Cite duas principais funções do caule. 2. Os caules a seguir possuem características especiais. Cite uma espécie de cada tipo, descreva brevemente tais características e elabore uma ilustração para cada um deles. a. colmo b. estipe c. haste d. escapo e. tronco f. caules rastejantes g. caules trepadores h. bulbo i. rizoma j. tubérculo k. cladódio	Os vegetais possuem 3 principais órgãos: raiz, caule e folha. O seu grupo irá estudar a folha, para tanto, responda: 1. Cite a principal função das folhas e da fotossíntese (descreva a fórmula da fotossíntese) 2. Elabore uma ilustração de uma folha contendo as seguintes legendas: bainha, pecíolo e limbo. 3. Desenhe uma folha simples e uma folha composta. Descreva a principal diferença entre elas e exemplifique. 4. No interior das folhas existem nervuras, que são as ramificações que vemos no seu limbo, responsáveis por conduzir nutrientes pela planta. De acordo com o número de nervuras e a sua forma, as folhas podem ser classificadas em: uninérvea, paralelinérvea e peninérvea. Desenhe, descreva a principal diferença e exemplifique cada uma delas.

ROTEIRO VERSÃO PROFESSOR, COM GABARITO

ROTEIRO: RAIZ

Os vegetais possuem 3 principais órgãos: raiz, caule e folha.
O seu grupo irá estudar as raízes, para tanto, responda:

1. Cite duas principais funções das raízes.

Resposta: *As raízes têm por principais finalidades fixar os vegetais ao solo e absorver as substâncias necessárias para o metabolismo dos vegetais, como água e sais minerais.*

2. Desenhe uma raiz axial e uma raiz fasciculada. Descreva a principal diferença entre elas.

Resposta: *A Raiz axial, apresenta raiz principal consideravelmente desenvolvida e raízes secundárias pouco desenvolvidas (figura 1a). As raízes fasciculadas apresentam um atrofia da raiz principal, sendo assim constituída por feixes de raízes de tamanhos e forma similares (figura 1b).*

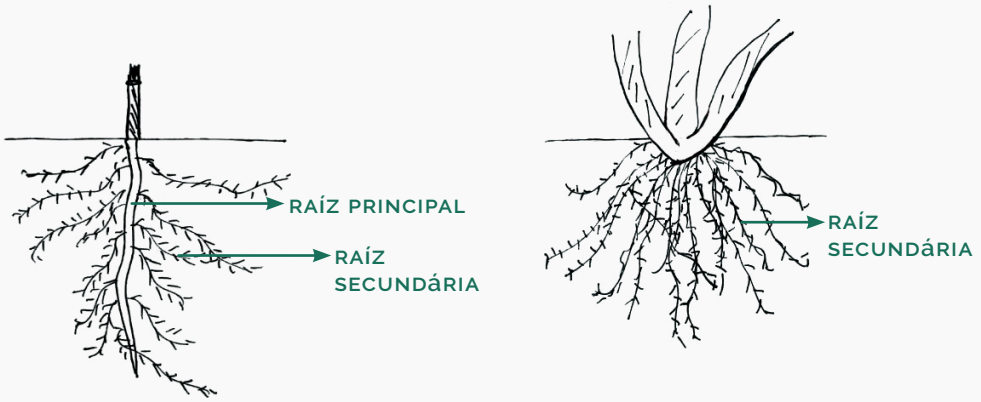
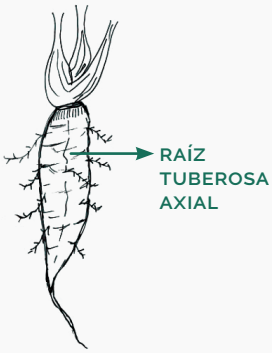


Figura 1 Esquemas de raízes. a. raiz axial (imagem a esquerda); b. raiz fasciculada (imagem a direita).

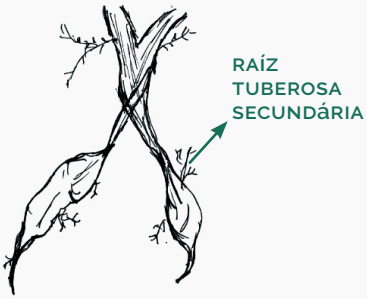
3. As raízes a seguir, possuem funções especiais. Cite uma espécie de cada tipo, descreva brevemente tais funções e elabore uma ilustração para cada uma delas.

a. Tuberosa: *As raízes tuberosas apresentam dilatação das raízes devido ao acúmulo de reserva nutritiva. Como por exemplo a cenoura (figura 2a) que consiste em uma axial tuberosa, ou a batata doce (figura 2b), que consiste em uma secundária tuberosa.*

Figura 2
Tipos de raízes.
a. Representação de Raiz axial tuberosa. *Daucus carota* L. (Cenoura)



b. Raiz secundária tuberosa.
Ipomoea batatas L. Poir (Batata doce).



b. Tabular: *A raízes tabulares apresentam grande desenvolvimento para suportar árvores de grande porte. Elas são compostas por partes subterrâneas e partes que se sobressaem no solo, alargando a base da planta. Ex.: Ficus microcarpa L. (Figueira — figura 3).*

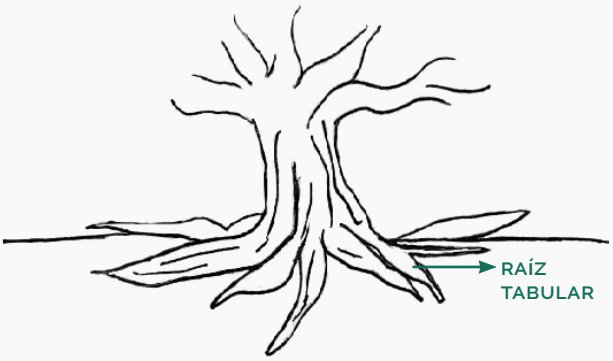


Figura 3 Representação de uma raiz tabular. *Ficus microcarpa* L. (Figueira).

c. Grampiforme: *Raízes que apresentam forma de grampos. Essas raízes têm a função de fixar a planta em substratos. Ex.: Ficus pumila L. (hera — figura 4)*

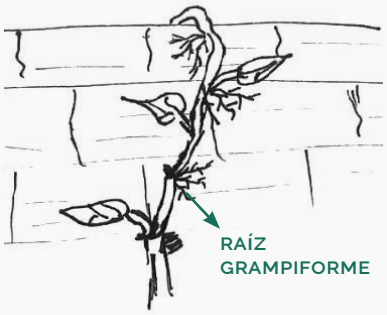


Figura 4
Representação de uma raiz grampiforme. *Ficus pumila* L. (Falsa-hera).

d. Respiratória: *As raízes respiratórias, são também chamadas de pneumatóforos. São raízes que captam oxigênio do meio externo (ar) para fornecer às partes submersas. Ex.: Avecennia tomentosa Jack. (Plantas de mangues — figura 5).*

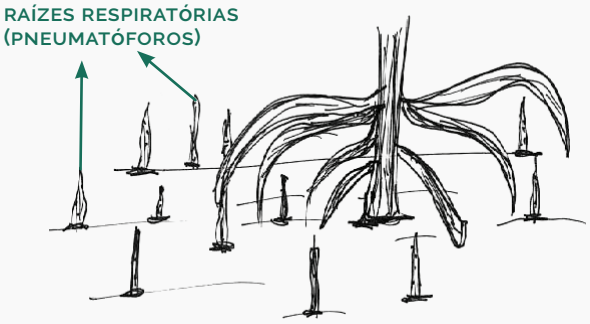


Figura 5 Representação de raízes respiratórias. *Avecennia tomentosa* Jack. (Mangue preto).

e. Sugadora: *São raízes que possuem órgãos (raízes finas) que sugam os alimentos de outra planta hospedeira. Também chamadas de plantas parasitas. Ex.: Cuscuta racemosa Mart. (Cipó chumbo ou fios de ovo — figura 6).*

Figura 6
Representação de uma raiz sugadora. *Cuscuta racemosa* Mart. (Cipó chumbo ou fios de ovo).

ROTEIRO: CAULE

Os vegetais possuem 3 principais órgãos: raiz, caule e folha.
O seu grupo irá estudar os caules, para tanto, responda:

1. Cite duas principais funções do caule.

Resposta: *O caule tem a função de conduzir os nutrientes absorvidos pelas raízes para as demais partes das plantas e sustentar as folhas, flores e frutos. O caule possui estruturas capazes de brotar folhas e raízes, denominadas gemas*

2. Os caules a seguir possuem características especiais. Cite uma espécie de cada tipo, descreva brevemente tais características e elabore uma ilustração para cada um deles.

a. Colmo: *Os caules do tipo colmo, possuem um formato cilíndrico e possui nós e entrenós bem definidos. Ex.: Bambu (figura 7).*

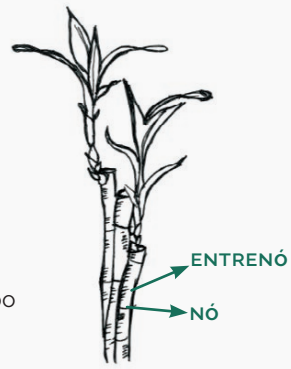


FIGURA 7
Representação de Caules do tipo Colmo. *Dendrocalamus strictus* (Bambu maciço).

b. Estipe: *Caule aéreo (localizado acima da superfície do solo), longo, normalmente não ramificado (sem galhos), resistente. Plantas com caules do tipo estipe, apresenta folhas concentradas na extremidade apical. Ex.: Coqueiros e Palmeiras (figura 8).*

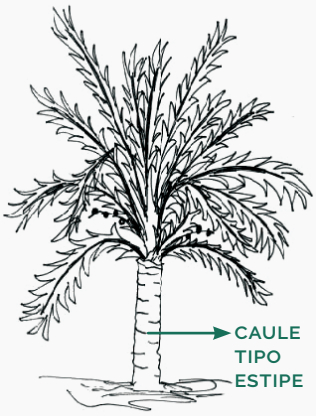


FIGURA 8
Representação Caules do tipo estipe. *Cocos nucifera* (Coqueiro).

c. Haste: *Caule do tipo aéreo, geralmente são finos e verdes, herbáceo e pouco resistente. Comuns em ervas. Ex.: Dente de leão (figura 9).*

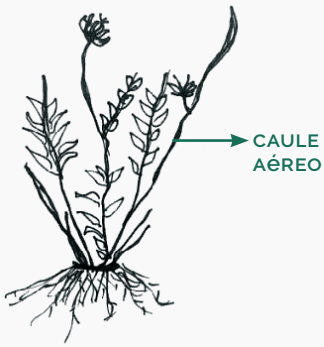


FIGURA 9
Representação de Caules do tipo haste. Taraxacum officinale (Dente-de-leão)

d. Escapo: *Caules que partem de um bulbo. Ele não se ramifica e sustenta a flor na extremidade. As folhas de plantas com caule do tipo escapo parecem nascer diretamente do solo. Ex.: Orquídea (figura 10).*

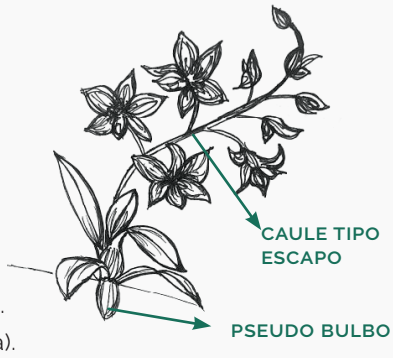


FIGURA 10
Representação de Caules do tipo escapo. *Orchidaceae* (Orquídea).

e. Tronco: *Caule localizado acima da superfície do solo, bastante resistente, com conformação cilíndrica ou cônica e com ramificações (galhos). Os trocos estão presentes em árvores e arbustos. Ex.: Ipê — roxo (figura 11).*

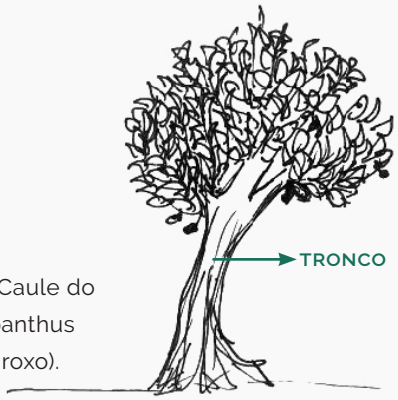


FIGURA 11
Representação de Caule do tipo tronco. Handroanthus impetiginosus (Ipê-roxo).

f. Caules rastejantes: *São caules que se apresentam paralelos ao solo. Podem ou não apresentar raízes entre os trechos. Ex.: melancia (figura 12).*

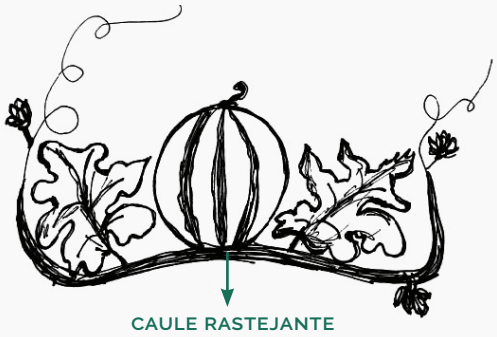


FIGURA 12 Representação de Caules do tipo rastejantes. Citrullus lanatus (melancia).

g. Caules trepadores: *Os caules trepadores se enroscam em suporte e se fixam. Eles podem apresentar elementos de fixação (gavinhas, raízes) ou não. Ex.: Maracujá (figura 13).*

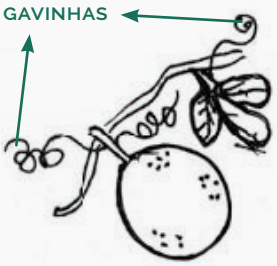


FIGURA 13
Representação de Caule do tipo trepadores. Passiflora edulis (maracujá).

h. Bulbo: *Consiste em caule subterrâneo que possui um caule cônico, estilo um prato, rodeado por bulbos, fixado por raízes fasciculadas. Ex.: Alho (figura 14).*

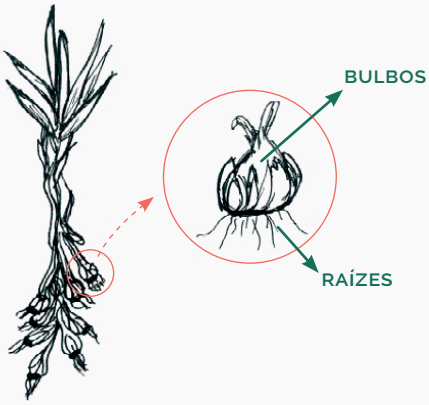


FIGURA 14
Representação de Caule do tipo bulbo. *Allium sativum* (alho).

i. Rizoma: *Caule subterrâneo com brotos aéreos. Geralmente possuem nós, entre-nós, gemas e escamas. Ex.: Bananeira (figura 15).*

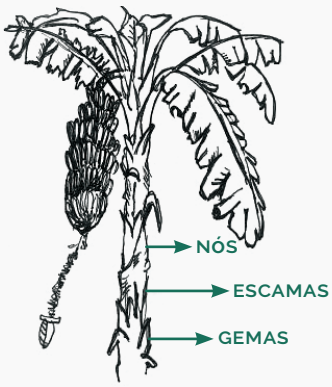


FIGURA 15
Caules do tipo rizoma. Representação de *Musa* (bananeira).

j. Tubérculo: *Caule subterrâneo dotado de reservas nutritivas, a exemplo do amido. Ex.: batata inglesa (figura 16).*

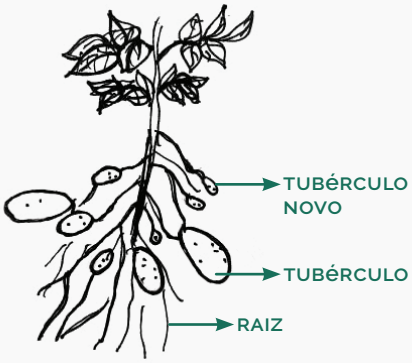


FIGURA 16
Caules do tipo tubérculo. Representação de *Solanum tuberosum 'Doré'* (batata inglesa).

k. Cladódio: *São caules que assumem a função de folhas. Essas estruturas acumulam reservas de água, nutrientes e realizam fotossíntese. Ex.: Cactos (figura 17).*

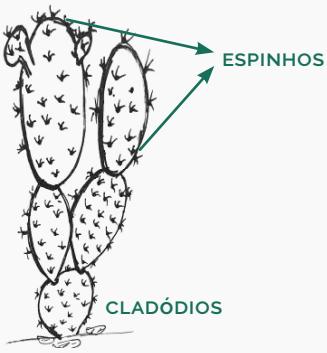


FIGURA 17
Caules do tipo cladódio. Representação de Opuntia rufida (Orelha-de-coelho).

ROTEIRO: FOLHA

Os vegetais possuem 3 principais órgãos: raiz, caule e folha.
O seu grupo irá estudar a folha, para tanto, responda:

1. **Cite a principal função das folhas e da fotossíntese (descreva a fórmula da fotossíntese)**
   Resposta: *A folhas tem como importância a realização de alguns processo importantes para o metabolismo das plantas, principalmente no que se refere a sua nutrição por meio do processo da fotossíntese e distribuição de alimentos. A fotossíntese ocorre quando há a transformação do gás carbônico (CO_2, absorvido do ar) e da água (H_2O, absorvida pelas raízes a partir do solo), em glicose ($C_6H_{12}O_6$) (que serve de alimento) e gás oxigênio (O_2, que é liberado para a atmosfera). Esse processo ocorre no interior de cloroplastos (organelas citoplasmáticas presentes nas folhas) na presença da luz.*

2. **Elabore uma ilustração de uma folha contendo as seguintes legendas: bainha, pecíolo e limbo.**
   Respostas: *Limbo: consiste na parte laminar da folha.*
   Pecíolo: Consiste na parte que sustenta o limbo.
   Bainha: Consiste na parte alargada da folha que fixa no caule (figura 18).

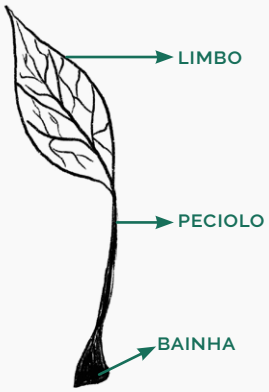


FIGURA 18
Partes constituintes da folha.

3. Desenhe uma folha simples e uma folha composta. Descreva a principal diferença entre elas e exemplifique.

Respostas: *Folhas simples apresentam o limbo formado por apenas uma lâmina, enquanto a composta apresenta o limbo dividido em Folíolos (figura 19).*

FIGURA 19 Representação de uma folha simples e compostas.

4. No interior das folhas existem nervuras, que são as ramificações que vemos no seu limbo, responsáveis por conduzir nutrientes pela planta. De acordo com o número de nervuras e a sua forma, as folhas podem ser classificadas em: uninérvea, paralelinérvea e peninérvea. Desenhe, descreva a principal diferença e exemplifique cada uma delas.

Respostas:

Folhas uninérveas: folhas que apresentam uma única nervura.

Ex.: Cycas revoluta Thunb. Sagu de jardim. (figura 20)

FIGURA 20
Representação de folha do tipo uninérvea.

Folhas paralelinérveas: Folhas que apresentam nervuras secundárias paralelas à nervura principal. Ex.: Capim limão (figura 21)

FIGURA 21
Representação de folha do tipo paralelinérvea.

Folhas peninérveas: Folhas que apresentam nervuras secundárias ao longo da principal Ex.: Hibisco (figura 22)

FIGURA 22
Folha do tipo peninérvea.

8

Atividade 4
Ciclo de vida das plantas
construindo o Ciclo de Vida dos grandes grupos vegetais

ALAN DE MARCO BARBOSA
ALAN.BARBOSA@USP.BR
USP, Universidade de São Paulo

ERIC CAMPOS VIEIRA DE CASTRO
ERICCVCASTRO@USP.BR
USP, Universidade de São Paulo

ERIKA DE CARVALHO PRADO NORONHA MAXIMO
ERIKAPRADOMAXIMO@USP.BR
USP, Universidade de São Paulo

JAQUELINE ALVES VIEIRA
JAQUELINE.VIEIRA@UNESP.BR
UNESP, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE)

MARILIA DE FREITAS SILVA
MARILIA.FREITAS.SILVA@USP.BR
USP, Universidade de São Paulo

Introdução

Olá, caro/a professor/a! Seja bem-vindo/a ao nosso roteiro de atividade "Construindo o Ciclo de Vida dos grandes grupos vegetais". Estudar o ciclo reprodutivo das plantas é relevante no sentido de elucidar como se dá o processo de reprodução dessas em vários sentidos: morfológico, sistemático, ontogênico e evolutivo. O presente roteiro foi elaborado por meio de modelos como ferramentas cognitivas para elucidar conceitos abstratos ou menos visíveis. Este foi produto do trabalho de uma equipe multidisciplinar, contando com pesquisadores nas áreas específicas da Botânica e do Ensino de Ciências.

O primeiro fato a ser destacado (e que serve de ponto de partida para este trabalho) é a ideia de que há uma **alternância de gerações**; isto é, há indivíduos com **ploidias** diferentes em diferentes etapas do ciclo, cada qual com histórico de vida, **nicho ecológico** e processos biológicos próprios. Atrelado a isso está a compreensão dos momentos em que ocorre a **mitose**, a **meiose** e a **fecundação**; processos esses essenciais ao crescimento e à determinação da **ploidia** das plantas. Além disso, entender o ciclo reprodutivo das plantas promove a compreensão das formas e funções de muitas de suas estruturas, em especial dos órgãos reprodutivos. O raciocínio inverso também se aplica. Ou seja, o estudo das micro e macro-estruturas fornece pistas sobre os processos do ciclo reprodutivo. Alguns exemplos de estruturas são: **cápsula**, **soros**, **estróbilo**, **esporângio**, **esporo**, **flor**, **gineceu**, **androceu**, **fruto**, **semente**, etc. Por fim, é possível analisar os diferentes ciclos das plantas por um viés evolutivo. Algumas mudanças nos ciclos que ocorreram ao longo da evolução das diferentes linhagens de plantas muito provavelmente conferiram **vantagens adaptativas** para os organismos que as possuíam, levando à seleção e fixação dessas características ao longo do tempo. Um exemplo seria a redução cada vez maior do **gametófito** masculino (o qual, inclusive, perde sua mobilidade); o que, associado a mudanças nos órgãos reprodutivos, levou a uma menor dependência da água para a reprodução.

Considerando a importância do ensino deste tema, o objetivo deste capítulo é apresentar uma proposta de atividade para alunos do Ensino Médio, abordando o ciclo de vida de Musgos, Samambaias, Pinheiros e Plantas com flores, por meio de um modelo alternativo de ensino. Especificaremos mais à frente os objetivos da atividade, conhecimentos necessários, tempo de duração de cada etapa, materiais necessários e metodologias ativas de aprendizagem a serem desenvolvidas.

Os documentos oficiais consultados, como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1998), a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) e o Currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2012), não apresentam qualquer referência direta ao ciclo de vida dos vegetais. No entanto, apesar de não haver menção direta a este tema, as orientações mais amplas referentes aos objetivos do Ensino de Ciências abrem espaço para o trabalho com ciclos de vida. Além disso, na BNCC há habilidades do 2º e 8º ano do Ensino Fundamental que se aproximam mais da temática:

EF02C104: DESCREVER CARACTERÍSTICAS DE PLANTAS E ANIMAIS (TAMANHO, FORMA, COR, FASE DE VIDA, LOCAL ONDE SE DESENVOLVEM ETC.), QUE FAZEM PARTE DE SEU COTIDIANO E RELACIONÁ-LAS AO MEIO AMBIENTE EM QUE ELES VIVEM.

EF08C107: COMPARAR DIFERENTES PROCESSOS REPRODUTIVOS EM PLANTAS E ANIMAIS EM RELAÇÃO AOS MECANISMOS ADAPTATIVOS E EVOLUTIVOS.

É possível, obviamente, perceber que, pela própria natureza dos documentos, há a tentativa de orientar o trabalho pedagógico no que se refere principalmente às competências gerais da educação e às competências específicas das áreas de conhecimento. Não há um enfoque claro nos conteúdos ou temas mais específicos.

Porém, alguns temas são tão fundamentais ao entendimento dos seres vivos que pensamos que seria um descuido não os acrescentar; ainda que em uma análise mais ampla, referente às competências específicas da Biologia. Este é o caso da **ontogênese**. Não há referência, nos documentos oficiais que consultamos, à importância de se entender e estudar o desenvolvimento ontogenético dos seres vivos; em outras palavras: a história de vida dos indivíduos, enquanto pertencentes a um grupo natural, uma espécie. Maturana e Varela (1995) referem-se a esta história de vida como deriva ontogênica e situam este conceito, juntamente com outros, no centro de sua teoria geral dos sistemas vivos: a autopoiese. Segundo estes autores, entender a história individual dos seres vivos é condição para se entender a história filogenética das espécies e, consequentemente, compreender os seres vivos como sistemas históricos sujeitos a contingências e determinados em sua estrutura (a qual depende, entre outras coisas, da deriva ontogênica).

Se ampliarmos nossa análise ainda mais, perceberemos que os documentos não se preocupam muito com o contexto temporal dos sistemas vivos em geral. Em outras palavras, parecem tratar dos seres vivos como estruturas passíveis de serem entendidas observando-os a qualquer momento no tempo, sem destaque às mudanças estruturais que eles sofrem ao longo da vida. Assim, um outro tema (caro à Biologia) que escapa aos documentos é o da ritmicidade biológica (MARQUES & MENNA-BARRETO, 2003). O estudo dos fenômenos biológicos associados (e ocorridos) no tempo nos chama a

atenção para uma das propriedades mais específicas dos sistemas vivos e foi motivo da origem de uma nova área do conhecimento biológico: a Cronobiologia. Desta forma, consideramos que pode haver uma falha nos documentos oficiais em deixar de abordar alguns temas que se demonstram extremamente fundamentais à Biologia e dos quais o ciclo de vida dos vegetais é um caso particular.

Analisamos, também, e a título de exemplo, dois livros didáticos do Ensino Médio: "Biologia" (MENDONÇA, 2016) e "Biologia Moderna" (AMABIS & MARTHO, 2016). Os dois volumes tratam do tema ciclo de vida das plantas. Em *Biologia*, Mendonça trata do tema logo no primeiro capítulo sobre Botânica. Porém, curiosamente, enquanto usa o termo "ciclo de vida" para os grupos de Briófitas, Pteridófitas e Gimnospermas, para as Angiospermas prefere usar "ciclo reprodutivo". Já Amabis & Martho (2016) utilizam o termo "reprodução e ciclo de vida" para todos os grupos vegetais quando tratam do tema. No entanto, abrem um capítulo à parte para as Angiospermas, onde tratarão do mesmo tema novamente, agora dentro do subtítulo "Reprodução e desenvolvimento das Angiospermas".

Podemos nos perguntar, por exemplo, se faria sentido, em algum contexto, separar um capítulo exclusivamente para as Angiospermas. Do ponto de vista ecológico, este grupo de plantas merece o devido destaque em materiais didáticos e nos currículos escolares. Isto porque é o grupo mais biodiverso de plantas e vários de seus representantes desempenham importantes serviços ecossistêmicos. Além disso, a maioria dos alimentos que consumimos tem componentes derivados de Angiospermas, assim como vários produtos não alimentícios.

Da mesma forma, é possível questionar a razão de se considerar que Briófitas, Pteridófitas e Gimnospermas possuem "ciclo de vida", enquanto Angiospermas possuem "ciclo reprodutivo". Do ponto de vista evolutivo, esta separação não se justifica. Apesar de haver diferenças entre os ciclos das plantas de diferentes grupos, todos eles são homólogos em certos processos. Muito provavelmente, este tipo de ciclo teve surgimento único em um ancestral comum de todas as plantas. Desta forma, tomamos a decisão de denominar este fenômeno de "ciclo de vida" para todos os vegetais, sendo a reprodução uma parte deste ciclo.

Pesquisas indicam que estudantes sofrem para entender como e porque as plantas crescem e se desenvolvem (ZANGORI & FORBES, 2016) e que as

explicações equivocadas dos estudantes sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas geralmente se relacionam com o fato de os fenômenos vegetais não serem facilmente observados (ex.: alternância de gerações, origem das sementes, funcionamento das estruturas vegetais e desenvolvimento de flores e frutos) e da nomenclatura empregada ser complexa (ex.: diplóide, esporângio, esporo, esporófito, gametófito, haplóide, zigoto, etc.).

Para minimizar essa situação, as autoras Zangori & Forbes (2016) sugerem o uso de modelos como ferramentas cognitivas para tornar esses conceitos mais explícitos e visíveis. Com isso, os estudantes podem raciocinar cientificamente sobre como e por quê os processos fundamentais do sistema funcionam, propondo explicações. A partir disso, fica clara a importância do ensino do ciclo de vida vegetal nas escolas, tanto para as crianças quanto para adolescentes, bem como a necessidade de maiores pesquisas sobre o tema.

PROPOSTA DE ATIVIDADE DIDÁTICA

Apresentaremos nossa proposta de atividade sobre o tema Ciclo de Vida das Plantas. Inicialmente, introduzimos algumas características e exigências básicas para que a atividade seja bem sucedida quando aplicada. Em seguida, sugerimos uma tabela organizacional das aulas e, por fim, descrevemos detalhadamente a atividade.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA ATIVIDADE DIDÁTICA

Título: Construindo os Ciclos de Vida dos Grandes Grupos Vegetais

Objetivos

Apresentar os diferentes ciclos de vida de espécies representantes dos grandes grupos vegetais (Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas).

Avaliar as habilidades procedimentais e atitudinais, tanto em grupo (envolvendo a esquematização dos processos) quanto individuais (relacionadas à explicação dos processos e dos conteúdos).

Pré-requisitos

Para realizar esta atividade, os estudantes devem apresentar conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais específicos, como indicados na **TABELA 1**.

Resultados/Expectativas

Ao final da atividade, alunos irão:

1. compreender os ciclos e suas diferenças em um enfoque filogenético, contextualizado a partir da ciência de sua importância no cotidiano;
2. compreender que as mudanças adaptativas que ocorrem nos ciclos de vida estão relacionadas à evolução dos diferentes grupos vegetais;
3. ser capaz de identificar os diferentes ciclos a partir do esquema construído, redigindo um resumo sobre o tema e explicando os conceitos aos colegas.

Tempo/Preparação

Esta atividade é proposta para estudantes do 3° ano do Ensino Médio, que serão reunidos em grupos em dois momentos distintos da atividade. O tempo sugerido para realizar esta atividade é de duas aulas de 50 minutos e, se possível, que essas duas aulas sejam consecutivas ("dobradinha"). Será necessário ter em mãos os mapas com os ciclos de vida feitos em E.V.A. (que serão descritos posteriormente) bem como os textos base, indicados em apêndices (**APÊNDICES 1 E 2**).

TABELA 1

Conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais que são pré-requisito para realização da atividade proposta.

CONCEITUAIS	PROCEDIMENTAIS	ATITUDINAIS
Características morfológicas anatômicas e estruturais básicas das plantas; Taxonomia dos grandes grupos vegetais.	Esquematizar e registrar de forma clara as estruturas vegetais.	Trabalhar em grupo de forma colaborativa e harmônica, contribuindo para o processo de aprendizagem de todos os integrantes.

Metodologias de Aprendizagem Ativa

- **Grupos murmurantes (Buzz-groups)**: é um método de formação coletiva, proposto originalmente por Wilson (2000) que inclui discussão de temas, em grupos pequenos, durante intervalos de tempo pré-estipulados, sem supervisão de um tutor, permitindo assim comparações de ideias, articulação de opiniões sem intervenção do professor (Barata, 2011). A prática se dá a partir da separação de um grupo grande de alunos em pequenos grupos, os quais discutirão subtemas (questões objetivas) dentro da temática da aula. Cada grupo discute um subtema. O objetivo dessa etapa é discutir e fixar conceitos e resolver problemas com grupo, treinando assim a capacidade de argumentação e organização.

- **Painel Integrado (Jigsaw)**: é uma dinâmica baseada no Método Cooperativo de Aprendizagem, no qual os alunos componentes de grupos previamente determinados, após discussão de um subtema proposto na aula, compartilham o aprendido com o restante da sala (FATARELI *et al.*, 2010). Dessa forma, diferentes questões são atribuídas a diferentes grupos. Os grupos recebem um tempo determinado para discutir as questões e sumarizar o aprendido. Após esse tempo os alunos misturam-se com o restante da sala em uma nova disposição em grupos para expor o aprendido, tomando o papel de instrutor. O objetivo dessa etapa é que os alunos sejam capazes de resolver questões, explicar, formular hipóteses e aprimorar a capacidade de instruir.

- **Redação de Minuto (Minute paper)**: Os alunos devem escrever em um papel avulso o que entenderam da explicação durante a etapa do *painel integrado*, podendo ilustrar o ciclo ou esquematizá-lo. A *redação de minuto* ocorre simultaneamente ao *painel integrado*. O aluno pode escrever enquanto o colega explica. Esse material é recolhido pelo professor ao final da aula para avaliação. O objetivo dessa etapa é que o aluno seja capaz de listar conceitos, revisar questões trabalhadas em aula.

Quadro Organizacional

O quadro organizacional da aula é descrito na **TABELA 2**.

TABELA 2

Tabela organizacional com a divisão de tempo sugerida para a proposta de atividade didática deste trabalho.

INÍCIO E FIM	CATEGORIA	ATIVIDADE	MATERIAIS/ DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÃO
7h00-7h05	ORGANIZAÇÃO	Organização da sala e realização da chamada	Usar os minutos iniciais para acalmar a turma, para que todos se sentem	
7h05-7h35	INTRODUÇÃO	Dividir a sala em 4 grupos (*grupos murmurantes*) e entregar o texto base para cada grupo	Leitura dos APÊNDICE 1 e 2 montagem do esquema em E.V.A	
7h35-7h50	REVISÃO	Avaliar o E.V.A., responder possíveis dúvidas. Revisar conceitos	Checar organização do material, retirar os textos, embaralhar o esquema	Modelo avaliativo
7h50-8h00	ATIVIDADE	Explicar o *Painel integrado* e *redação de minuto*	Separar a sala	
8h00-8h30	ATIVIDADE	*Painel integrado e redação de minuto*	Alunos explicam os conceitos e fazem o resumo	O resumo é um modelo avaliativo
8h30-8h40	Fechamento	Rever conceitos e finalizar	Responder possíveis dúvidas	Recolher os resumos

Descrição detalhada

A presente atividade pedagógica deve ser ministrada para alunos do 3º ano do Ensino Médio; os quais já tiveram contato, mesmo que superficial, com as divisões do reino vegetal. Os alunos devem lembrar-se dos grupos dos Musgos, das Samambaias, dos Pinheiros e das Plantas com flores.

Inicialmente o professor deve elaborar um pequeno texto, de uma página, com o resumo do ciclo reprodutivo de cada uma das divisões, obtendo-se ao final 4 páginas. Os modelos dos textos estão disponíveis no **APÊNDICE 1**. Cada texto sobre os representantes dos grandes grupos vegetais será disponibilizado em uma mesa, ao redor das quais os alunos se organizarão em grupos para lê-los e interpretá-los. Esta etapa consiste

em um método de aprendizado cooperativo chamado *grupos murmurantes*, que auxilia o aluno na capacidade de organizar, elaborar, coordenar, instruir e discutir um tema.

Juntamente com o texto do ciclo de vida, cada uma das quatro mesas contará com um modelo em E.V.A do ciclo reprodutivo referente. Esse modelo em E.V.A apresenta o esquema em alto relevo das fases do ciclo reprodutivo (como esquematizado no **APÊNDICE 3**) em unidades fixas e seus respectivos nomes em unidades destacáveis. O aluno deve ser capaz de identificar no texto cada estrutura e nomeá-la com as unidades destacáveis.

Nesta atividade o professor deve separar a turma em quatro grupos, posicionando-os distantes dentro da sala. Os grupos se reúnem ao redor de uma mesa, onde está disponibilizado um texto referente ao subtema (por ex.: o subtema ciclo reprodutivo de Musgos) e o esquema em E.V.A (**FIGURA 1**), para montagem do ciclo reprodutivo referente ao texto. O grupo deve ler o texto e montar os passos do ciclo reprodutivo, atentando-se aos nomes. Ao final desta etapa o professor deve avaliar se o esquema montado está correto e responder às dúvidas dos alunos, finalizando assim a etapa de *grupos murmurantes*.

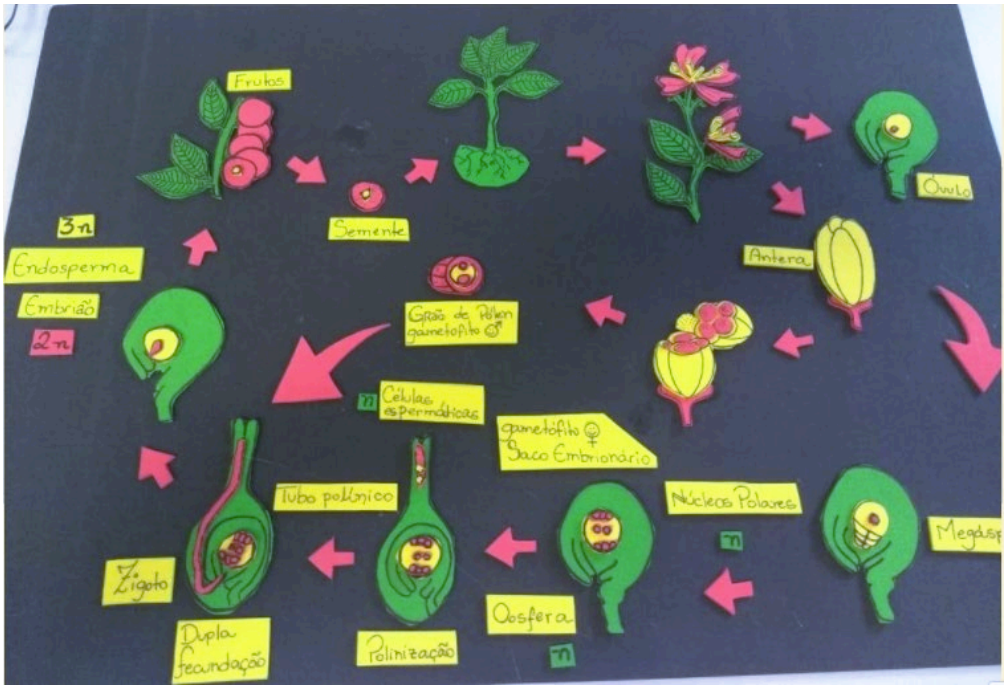


Figura 1: Esquema em EVA de Ciclo de Vida de Vegetais com Flores (Angiospermas). Esquema mais detalhado em com maior qualidade disponível nos apêndices.

Os alunos devem destacar as unidades de E.V.A do material e embaralhá-las para a próxima etapa. É dado a cada um deles uma folha de papel avulsa para tomar notas e então seguimos para a próxima etapa. Esta folha será utilizada para fazer anotações e redigir um resumo dos próximos ciclos de vida e será avaliada pelo professor. **É importante que o professor deixe claro para os alunos que essa folha será avaliada**.

Nesta etapa, cada aluno da sala recebe um número de 1 a 4. Os alunos que receberam o número 1 são direcionados ao espaço destinado aos musgos, onde o E.V.A com os esquemas e as unidades embaralhadas estão disponibilizados. Os alunos que receberam o número 2, por exemplo, devem ser direcionados para o local destinado às samambaias, e assim sucessivamente (**FIGURA 2**). Essa fase é chamada *painel integrado*, um método que treina a capacidade de instruir e argumentar. Além disso, aprender com amigos facilita o desenvolvimento da linguagem do aprendizado, torna a aula menos maçante e desperta a curiosidade, além do respeito pelo momento de fala do outro.

Com os grupos montados, os alunos que estudaram, na etapa anterior, o subtema disponibilizado na mesa atual devem explicar para os colegas como ocorre a reprodução dessa divisão de plantas e ajudá-los a montar o esquema em E.V.A. O professor não deve intervir na explicação dos alunos neste momento. Os alunos têm 5 minutos para explicar seus subtemas. Ao final deste tempo, todos os alunos alocados em "musgos" são direcionados para samambaias. Da mesma forma, aqueles alocados em "samambaias" são encaminhados para "pinheiros", os que estão em "pinheiros" dirigem-se para "vegetais com flores" e, finalmente, os alunos que estavam na mesa de "vegetais com flores" vão para "musgos".

Nos novos ambientes de discussão, os alunos responsáveis pela mesa explicam para os outros sobre o subtema e os ajudam a entender o esquema do ciclo reprodutivo montado no E.V.A. Os alunos devem tomar notas na folha de papel avulsa. Esta folha será recolhida ao final da atividade, como caráter avaliativo. As notas tomadas no papel, que são como um

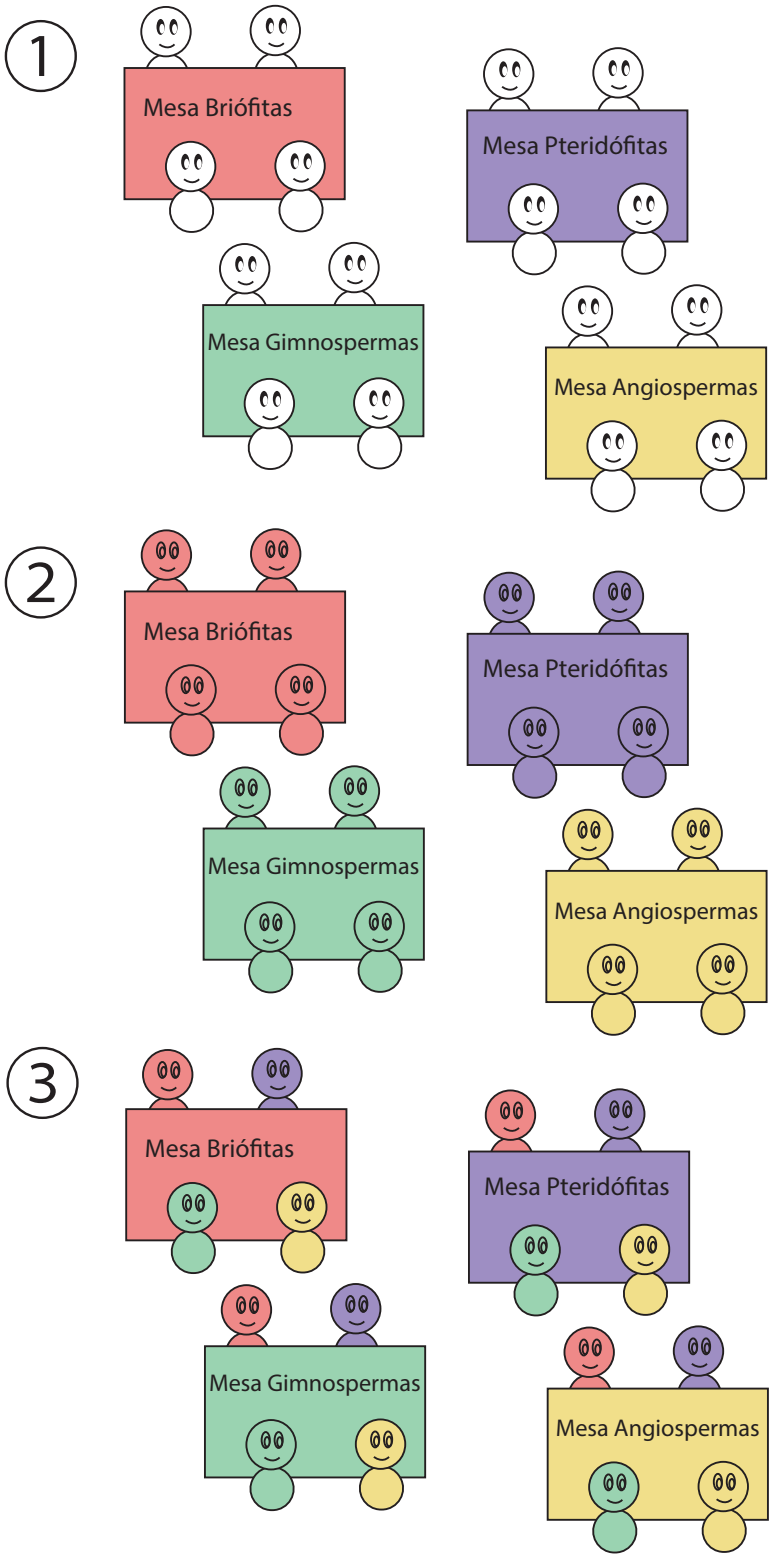


Figura 2: Esquema de organização da sala durante os *grupos murmurantes* e *painel integrado*. Cores representam a especialidade e papel do aluno durante a atividade. 1: num momento inicial, alunos são alocados a mesas com materiais referentes a diferentes grupos de plantas; 2: após estudar os materiais de suas respectivas mesas, alunos tornam-se especialistas no grupo de plantas que foram designados (representado aqui pela cor dos alunos em correspondência a cor de sua respectiva mesa); 3: num terceiro momento, alunos são misturados com alunos de outras mesas. Cada aluno fica responsável por, então, explicar os conteúdos que é especialista.

resumo ou esquema do que foi aprendido naquela mesa, fazem parte de outro método chamado *redação de minuto,* o qual consiste na elaboração de um resumo/esquema do subtema.

Na presente atividade pedagógica temos dois centros de avaliação para o professor. O primeiro é coletivo e envolve a montagem do E.V.A em grupo durante a atividade de *grupos murmurantes*. O segundo é individual, a partir dos pontos elencados no resumo de cada um dos alunos, realizado durante a *redação de minuto*. Esta avaliação é baseada na capacidade dos alunos de organização, discussão, montagem e apresentação, tanto na fase de *grupos murmurantes* quanto no *painel integrado* e na *redação de minuto*. Fica a critério do professor de que forma avaliar essas capacidades, mas segue abaixo um exemplo avaliativo (**TABELA 3**).

Todas as atividades desenvolvidas em sala de aula também podem ser avaliadas dentro dos critérios de desenvolvimento cognitivo do aluno, quanto a lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar os fatos, conceitos e procedimentos. Além de avaliar a atividade quanto à metacognição. Estas três atividades propostas (*grupos murmurantes*, *painel integrado* e *redação de minuto*) podem ser avaliadas, segundo a tabela revisada de Bloom (**TABELA 4**), da seguinte forma:

É importante notar que, da maneira que propusemos, a atividade tem um caráter de sequência didática, na medida em que se organiza em diferentes fases, com diferentes estratégias. Torna-se fundamental levar esse aspecto em consideração, visto que é possível lançar mão de cada uma das estratégias separadamente, caso se deseje. Cada uma delas tem sua estrutura e destina-se a cumprir um determinado papel.

Como é possível verificar, nossa proposta contempla três daquelas estratégias que podem ser enquadradas nas chamadas *metodologias ativas de aprendizagem*: *grupos murmurantes*, *painel integrado* e *redação de minuto*. A primeira delas, o *grupos murmurantes*, destina-se, principalmente, a pequenos grupos e é especialmente eficaz no início de um projeto escolar. Trata-se, basicamente, de uma primeira abordagem de

uma questão, estimulando a discussão e contribuindo para a conceituação individual e em grupo. Podemos identificá-la predominantemente nos primeiros níveis da tabela de Bloom.

O *painel integrado* propõe uma sistematização mais consolidada do problema ou questão, exigindo um aprofundamento maior no assunto. No *painel integrado* é necessário, também, alguma habilidade de comunicação, pois haverá socialização de conhecimentos sobre um tema de maneira primordialmente unilateral: de um indivíduo para um grupo (que ainda não tomou contato com o assunto). Por isso, em nossa proposta esta estratégia não surge nas primeiras etapas, embora seja realmente ubíqua sua distribuição na tabela de Bloom. O que pode demonstrar sua inespecificidade, contrastada com sua potencialidade para desenvolver e avaliar diversos aspectos.

Enfim, a *redação de minuto* se destina a uma sumarização e consolidação, em forma de lista, dos principais conceitos tratados. Esta estratégia funciona melhor aplicada a duplas ou a indivíduos, pois refletirá uma visão muito particular daquilo que tomou significado em cada um. Ao examinar sua distribuição na tabela de Bloom, à semelhança do que ocorre com o *grupos murmurantes*, verificamos que a *redação de minuto* é bastante adequado ao desenvolvimento e avaliação dos níveis mais fundamentais; porém, não tão presente nos níveis finais.

TABELA 3

Tabela de critérios avaliativos para as atividades

CATEGORIA	CRITÉRIO	DESCRIÇÃO	AVALIAÇÃO		
			FRACO	MÉDIO	FORTE
GRUPOS MURMURANTES	ORGANIZAÇÃO	Capacidade de se organizar em grupo			
	DISCUSSÃO	Capacidade de discutir o texto			
	MONTAGEM	Conseguiram montar o esquema de acordo com o texto base			
	APRESENTAÇÃO	Conseguiram apresentar para o professor o esquema			
PAINEL INTEGRADO	ORGANIZAÇÃO	Capacidade de se deslocar em grupo			
	EXPLICAÇÃO	Capacidade de explicar os conceitos			
	INSTRUÇÃO	Capacidade de instruir a montagem do esquema			
REDAÇÃO DE MINUTO	RESUMO	Capacidade de sintetizar as ideias e resumir, montar um esquema			

TABELA 4

Tabela Revisada de Bloom. Em 1 a atividade de *grupos murmurantes*, em 2 a atividade de *painel integrado* e em 3 a atividade de *redação de minuto*.

DIMENSÕES	LEMBRAR	ENTENDER	APLICAR	ANALISAR	AVALIAR	CRIAR
FATOS	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2	2	2	2
CONCEITOS	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2	2	2	1, 2
PROCEDIMENTOS	2	2	2	2	2	2
METACOGNIÇÃO	2, 3	1, 2, 3	1, 2	2	2	2

Referências Bibliográficas

AMABIS, J. M. & MARTHO, G. R. **Biologia Moderna - Volume 2 Ensino Médio**, 1ª ed. São Paulo: Moderna, 2016.

BARATA, A. C. R. **Análise da produção científica sobre formação em PME no século XXI: a relevância dos estudos empíricos. Tese de Doutorado**. Instituto Superior de Economia e Gestão, 2011.

BRASIL. MEC/SEF. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) - Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

FATARELI, E.F.; FERREIRA, L.N.A.; FERREIRA, J.Q.; e QUEIROZ, S.L. Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química. **Química Nova na Escola**, v. 32, p. 161-168, 2010.

MARQUES, M. & MENNA-BARRETO, L. S (orgs.). **CronoBiologia: princípios e aplicações.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

MATURANA, H. & VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana.** São Paulo: Palas Athena, 2001.

MENDONÇA, V. L. **Biologia - Volume 2 Ensino Médio**, 3ª ed. São Paulo: AJS, 2016.

SÃO PAULO. **Currículo do Estado de São Paulo - Ciências da Natureza e suas tecnologias: Ensino Fundamental - Ciclo II e Ensino Médio**. São Paulo: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, 2012.

WANDERSEE, J. H. & SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v. 47, n. 1, p. 2-9, 2001.

WILSON, H. Emergency response preparedness: small group training - Part 2 - training methods compared with learning styles. **Disaster Prevention and Management**, vol. 9, n. º 3, pp.180–199. 2000.

ZANGORI, L. & FORBES, C. T. Development of an Empirically Based Learning Performances Framework for ThirdGrade Students' ModelBased Explanations About Plant Processes. **Sci. Ed.**, 100: 961-982. 2016.

APÊNDICE 1
TEXTOS BASE SOBRE O CICLO DE VIDA DE CADA UM DOS GRANDES GRUPOS VEGETAIS

APÊNDICE 1.1

CICLO DE VIDA DE MUSGOS E ALIADOS

O ciclo de vida dos Musgos e aliados (pertencentes ao grande grupo das Briófitas) é caracterizado pela **alternância de gerações**, isto é, no decorrer da vida da planta, haverá uma fase **diplóide (2n)** e uma fase **haplóide (n)**. Na fase **diplóide**, denominada **esporófito**, o indivíduo produzirá **esporos**; e na fase **haplóide**, denominada **gametófito**, o organismo produzirá **gametas.** A fase **haplóide (n)** é a mais duradoura do ciclo, onde o **gametófito** (indivíduo) masculino, com sua estrutura produtora de gametas (**anterídeo**), produz células reprodutoras biflageladas (**anterozóides**). No **gametófito** feminino, estruturas similares (**arquegônio**), produzirão os gametas femininos (**oosfera**).

Nos musgo e aliados é necessária a água para ocorrer a reprodução. Desta forma os **anterozóides** nadam em direção ao **arquegônio**, resultando na fecundação. A **fecundação** forma o **embrião diplóide (2n)**, que dará origem ao **esporófito diplóide (2n).** O **esporófito** é a fase transitória do ciclo, ocorrendo sobre o **gametófito** e sendo dependente deste. Ele é formado por uma haste e uma cápsula, denominada **esporângio**, onde ocorrerá **meiose** resultando na formação de **esporos haplóides (n).** Esses **esporos** são liberados no ambiente e germinam em condições favoráveis, dando origem a uma estrutura denominada **protonema (n)** e reiniciando o ciclo. Somente as briófitas apresentam a fase do **gametófito** como fase dominante (duradoura).

Hábito de vida de hepática (*Marchantia polymorpha* L.).

APÊNDICE 1.2

CICLO DE VIDA DA SAMAMBAIA

Samambaias (pertencentes ao grande grupo das Pteridófitas) são plantas vasculares que **não apresentam flores, frutos nem sementes**. A via reprodutiva das samambaias é **ainda dependente de água** para levar os gametas masculinos até os órgãos reprodutivos femininos. **Sem a água não há reprodução** das samambaias**.** O ciclo de vida nessas plantas também apresenta uma fase **haplóide (n)** e uma fase **diplóide (2n)**. Lembrando que a fase **haplóide é referente aos esporos e células gaméticas**, ou seja, após a **meiose (divisão reducional)**. Sendo assim, nas samambaias, a planta (também chamada de **esporófito**) é 2n, enquanto seus **esporos**, gametas femininos (**oosfera**) e gametas masculinos (**anterozóides**) são **n**.

Além disso as samambaias podem apresentar dois ciclos de vida, o **homosporado** e o **heterosporado**. As plantas homosporadas produzem esporos que germinam e dão origem a órgãos reprodutores (gametófitos) bissexuados, ou seja, que produzem gametas femininos e masculinos no mesmo órgão. Já as plantas heterosporadas são aquelas que produzem **esporos diferenciados**, ou seja, esporos masculinos (**micrósporos**) e esporos femininos (**megásporos**). O **micrósporo** dá origem a indivíduos masculinos (**microgametófito**), os quais produzem apenas gametas masculinos (**anterozóides**). Já o **megásporo** dá origem a indivíduos femininos (**megagametófito**), que produzem apenas células germinativas femininas (**arquegônio**) e a célula que será fecundada (**oosfera**).

Mas onde entra a água nisso tudo? Por que a planta é dependente de água para se reproduzir? É através da água que os **anterozóides** chegam no **arquegônio** e fecundam a oosfera, a água é como uma via de dispersão, assim como o ar ou as abelhas são para os grãos de pólen!

Folhas de samambaia, com detalhe dos soros.

APÊNDICE 1.3

CICLO DE VIDA DE GIMNOSPERMAS

Estróbilo de *Cupressus*.

Pinheiros do gênero **Cupressus** (pertencente ao grande grupo das Gimnospermas) são plantas vasculares **com sementes**. Os pinheiros podem ter sexos separados, ou seja, uma planta que produz gametas femininos e uma planta que produz gametas masculinos, ou produzir gametas femininos e masculinos na mesma planta, em órgãos diferentes. A novidade nos pinheiros é que os órgãos reprodutivos estão em **estróbilos** e essas plantas apresentam **grãos de pólen**. O estróbilo é aquela estrutura usada para enfeitar a árvore de natal, a **pinha de natal**. Dessa forma as pinhas podem ser órgãos reprodutivos femininos ou masculinos.

O ciclo reprodutivo do pinheiro é fácil. A planta como um todo é o esporófito (**2n**). Esta planta (**esporófito**) produz as pinhas (**estróbilos**) femininas e masculinas. Nos estróbilos masculinos existem folhas modificadas (**microsporófilos**) que protegem os órgãos reprodutores masculinos (**microsporângios**). Nesses órgãos reprodutores masculinos (**microsporângios**) são produzidos esporos masculinos (**micrósporos**), que germinam em **grãos de pólen**. Já nos estróbilos femininos, estão as folhas modificadas femininas (**megáfilos**), que protegem os órgãos reprodutores femininos (***megaspo*rângios**) que, por sua vez, produzem esporos femininos (**megásporos**). Os megásporos também são n, portanto são produtos da divisão reducional (**meiose**).

Logo, nos estróbilos femininos, os megásporos, quando maduros, germinam formando uma estrutura reprodutiva que produz os gametas, essa estrutura se chama megagametófito. No megagametófito são produzidos os gametas

femininos (**oosfera**). Já nos estróbilos masculinos, os grãos de pólen são dispersos no ar. Ao encontrar um estróbilo feminino, os grãos de pólen germinam formando a estrutura reprodutiva masculina (**microprótalo**). Observem que o grão de pólen foi levado pelo vento e, apenas ao encontrar o estróbilo feminino, amadurece e germina formando o microprótalo, se tornando capaz de produzir os gametas masculinos.Os gametas masculinos atingem a oosfera e a fecundam, formando o **embrião (2n)**. Nos pinheiros o embrião está protegido dentro da semente. Após a fecundação, a estrutura reprodutiva feminina (**megaprótalo**) sofre diferenciações celulares e se transforma na semente.

APÊNDICE 1.4

CICLO DE VIDA DA ANGIOSPERMAS

A cerejeira é uma planta pertencente ao grande grupo das Angiospermas. As angiospermas correspondem à grande maioria das plantas que vemos em nosso dia a dia, estando distribuídas nos mais diversos ambientes e se apresentando nas mais diversas formas e tamanhos. Elas têm como característica principal a presença de **flores**, onde encontramos as estruturas reprodutivas destas plantas. No caso da cerejeira, todas as flores são dotadas tanto de **gineceu** (o sistema reprodutor feminino), quanto de **androceu** (que é o sistema reprodutor masculino). Desta forma, são consideradas flores **hermafroditas.**

Cerejeira (*Cerasus × yedoensis*). Foto: Diego Tavares Vasques.

Por ser vistosa e dotada de nectários, as flores da cerejeira atraem abelhas. Tais seres vivos, ao entrarem em contato com várias flores de uma mesma espécie, propiciam o encontro de **grão de pólen** com estruturas reprodutivas femininas, fenômeno este chamado de **polinização**. A polinização na cerejeira também pode se dar pelo vento. Ao se instalar no estigma, o grão de pólen germina e forma o tubo polínico. Este cresce, através do estilete da flor, até atingir o óvulo, no ovário.O óvulo apresenta uma grande célula-mãe (2n) que sofre meiose e origina quatro células (n), das quais três se degeneram e uma forma o **megásporo funcional** (**n**). O megásporo funcional sofre mitose e origina várias células, incluindo a **oosfera** (**n**), o gameta feminino, e dois **núcleos polares** (**n**).

Enquanto isso, no interior do tubo polínico podem ser encontrados três núcleos, dois dos quais são **núcleos espermáticos** (**gametas - n**). Quando atinge o óvulo, o tubo polínico libera os seus dois núcleos espermáticos. Um núcleo espermático (**n**) fecunda a oosfera e forma um **zigoto** (2n) que dará origem ao embrião. O outro núcleo espermático se une aos dois núcleos polares do óvulo, formando um núcleo triplóide (**3n**), dando origem ao **endosperma secundário** que irá nutrir o embrião de cerejeira. Como vimos, ocorrem duas fecundações. Por isso, as angiospermas apresentam **fecundação dupla**. Enquanto ocorre a dupla fecundação, os tegumentos do óvulo formam uma casca contendo o endosperma secundário e o embrião, formando a semente. É formado então o **fruto** da cerejeira. Haverá uma dispersão do fruto e a germinação da semente, dando origem a um novo indivíduo. Chegando à fase adulta, a cerejeira dará origem a novas flores, dando continuidade ao ciclo.

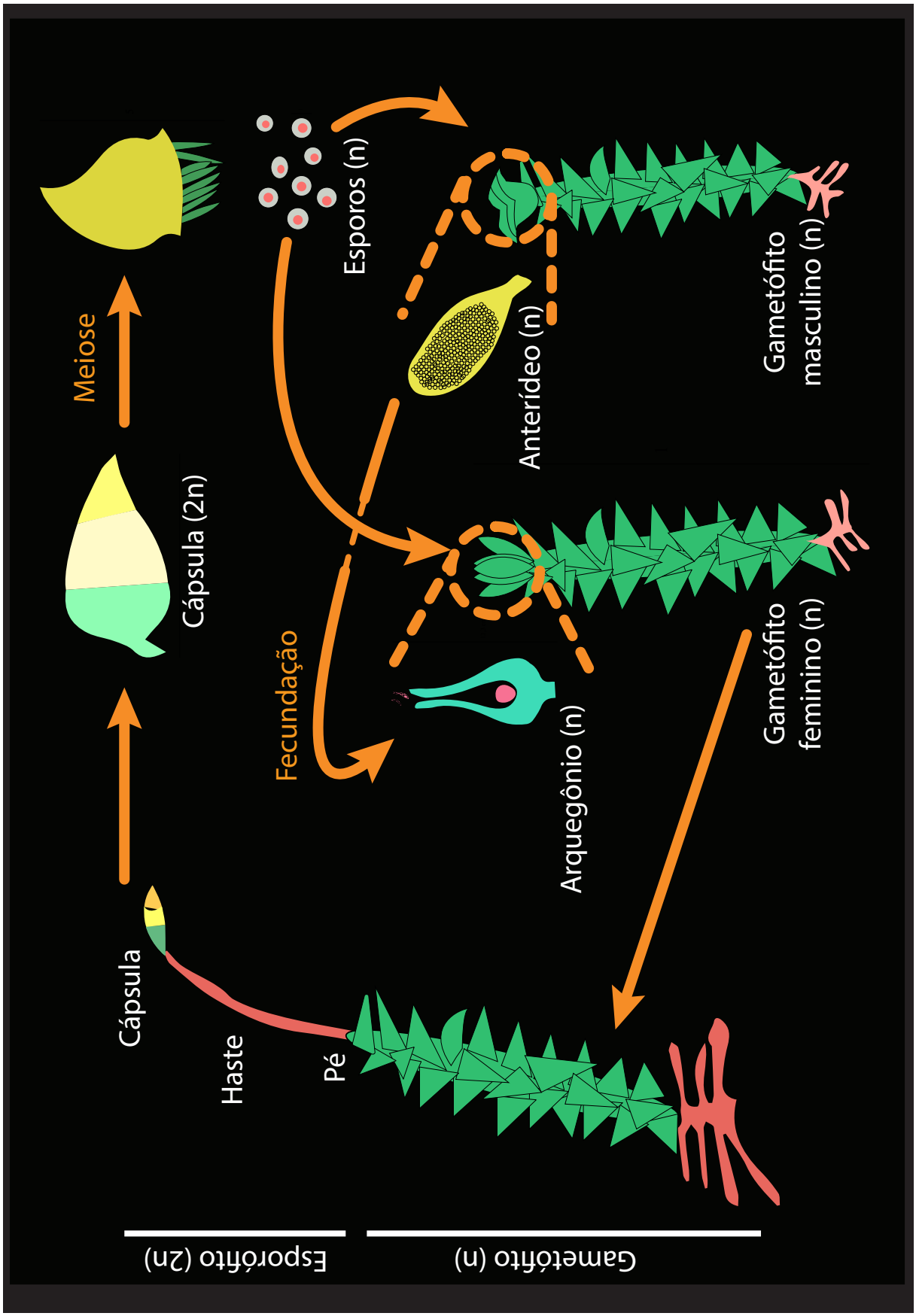
FOTO: DIEGO T. VASQUES.

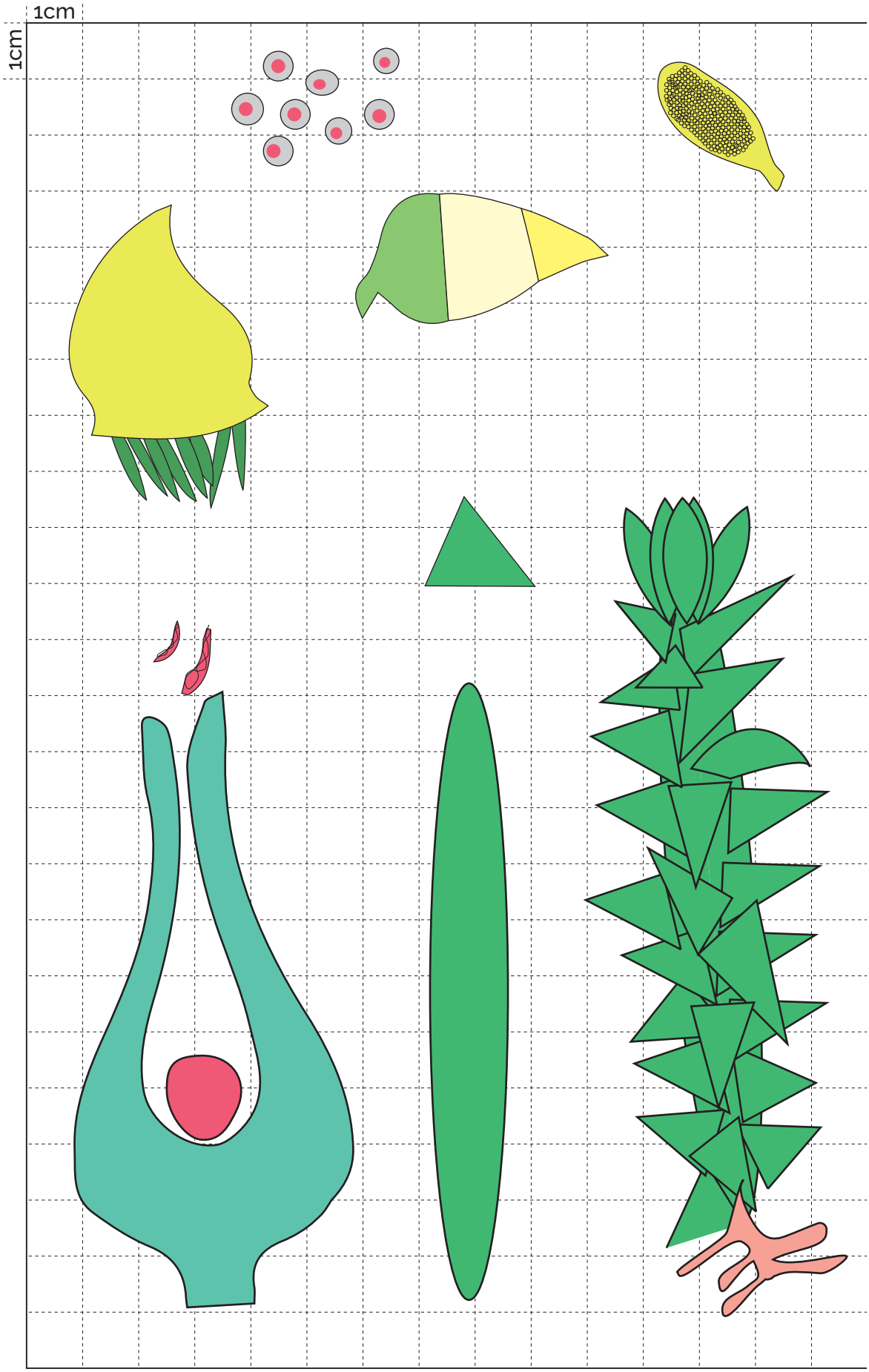
Flores de cerejeira *Cerasus × yedoensis*).

APÊNDICE 2.1

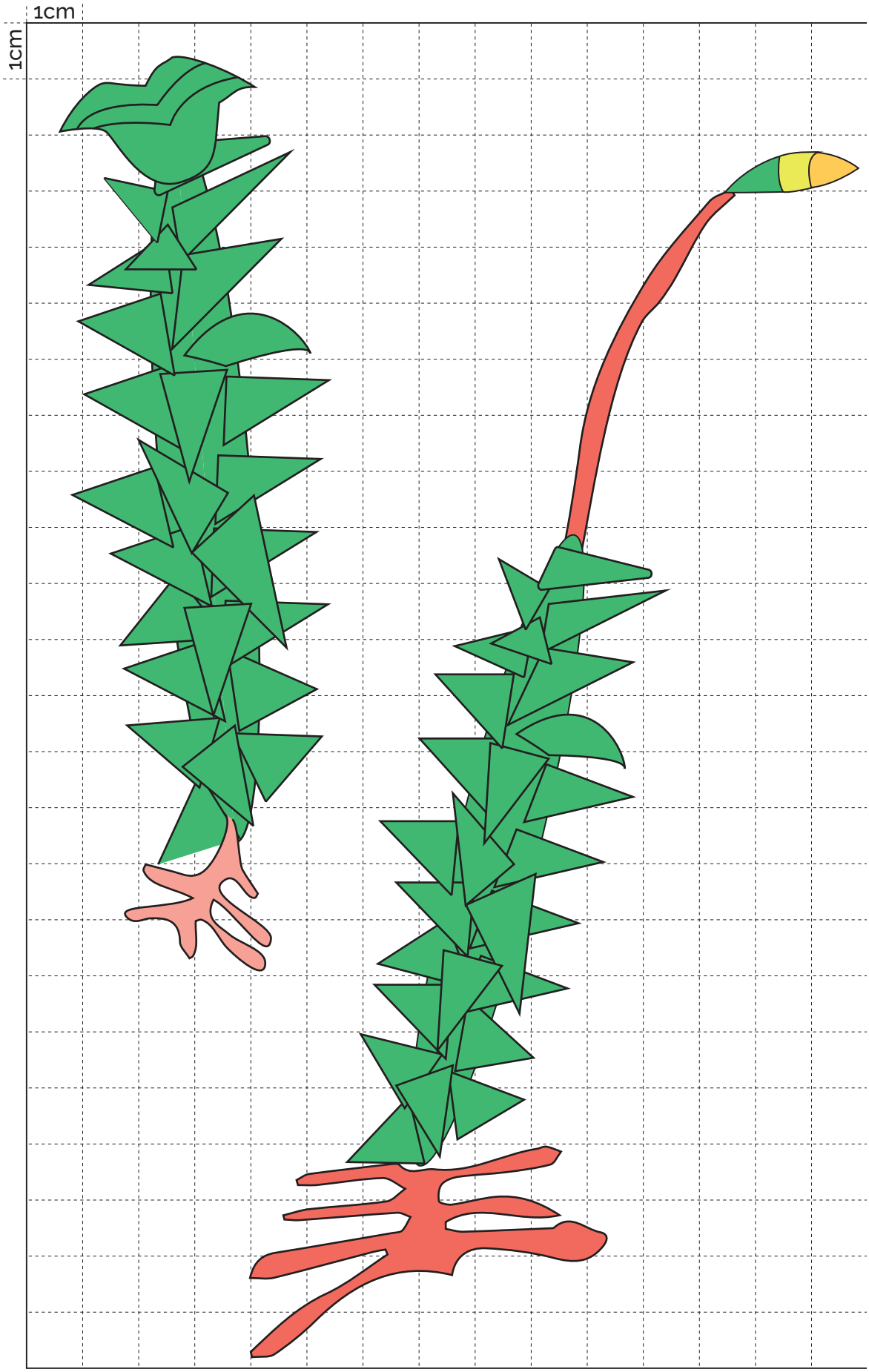
APÊNDICE 2

SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DE BRIÓFITAS





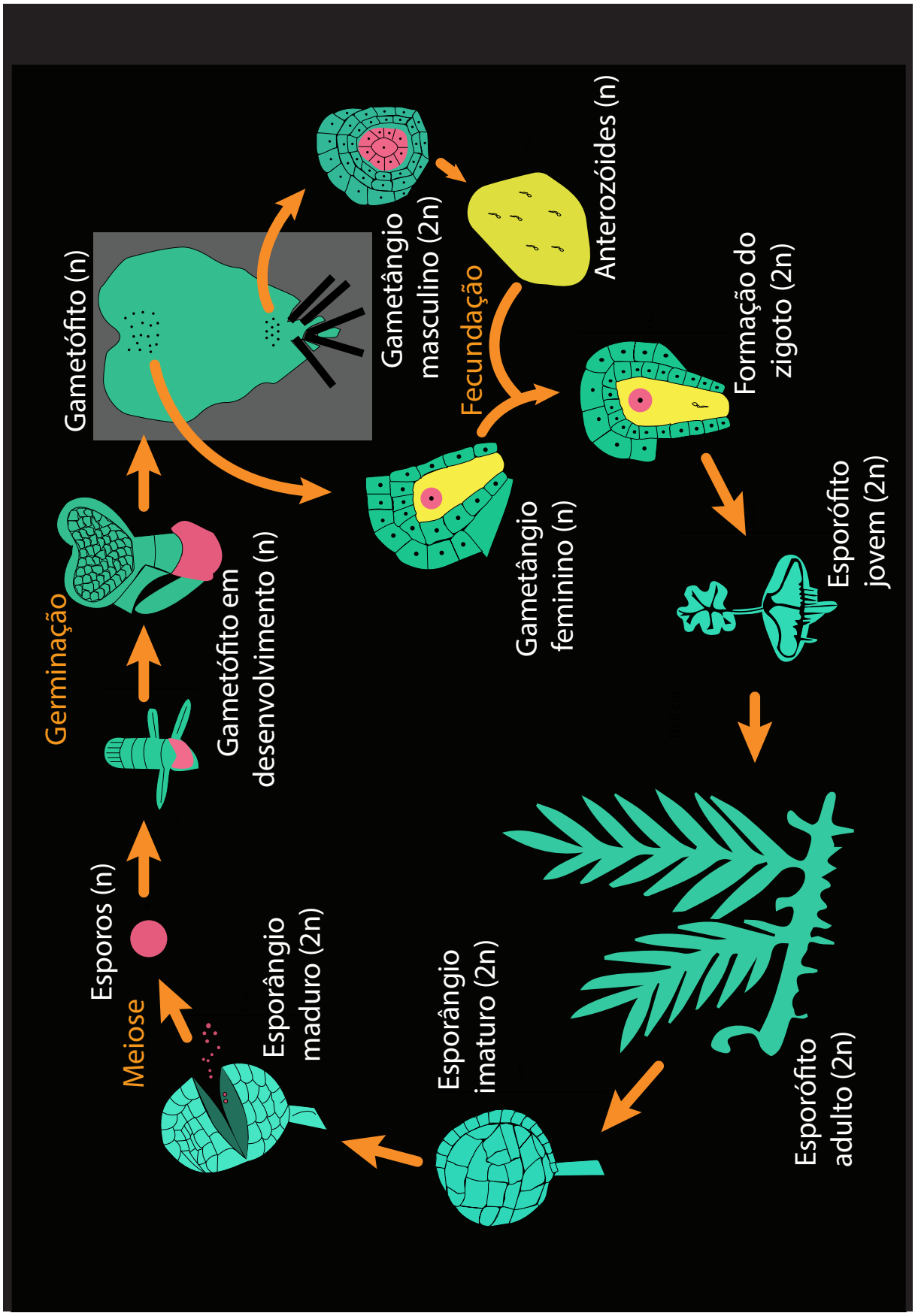
SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DE BRIÓFITAS

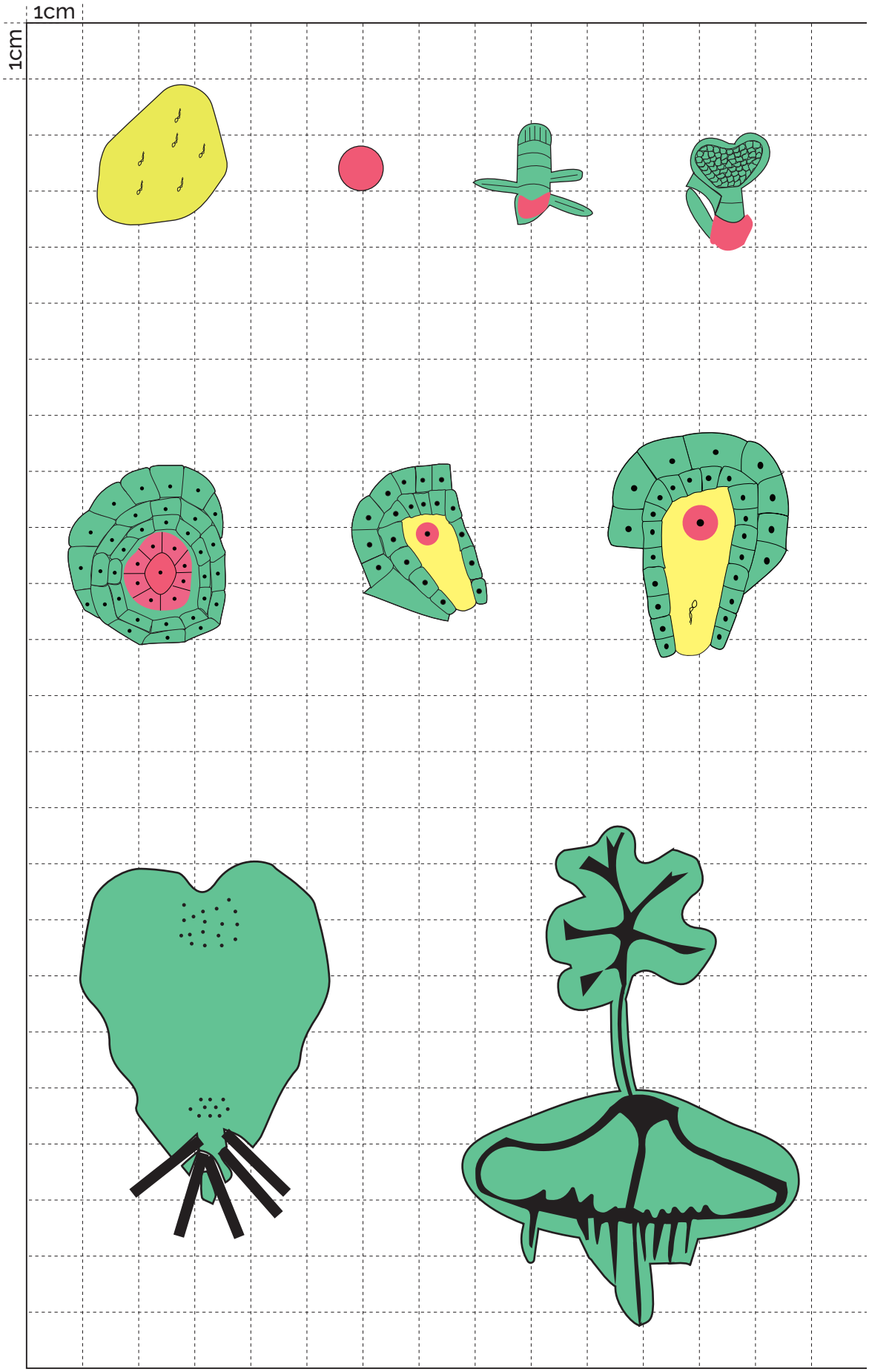


SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DE BRIÓFITAS

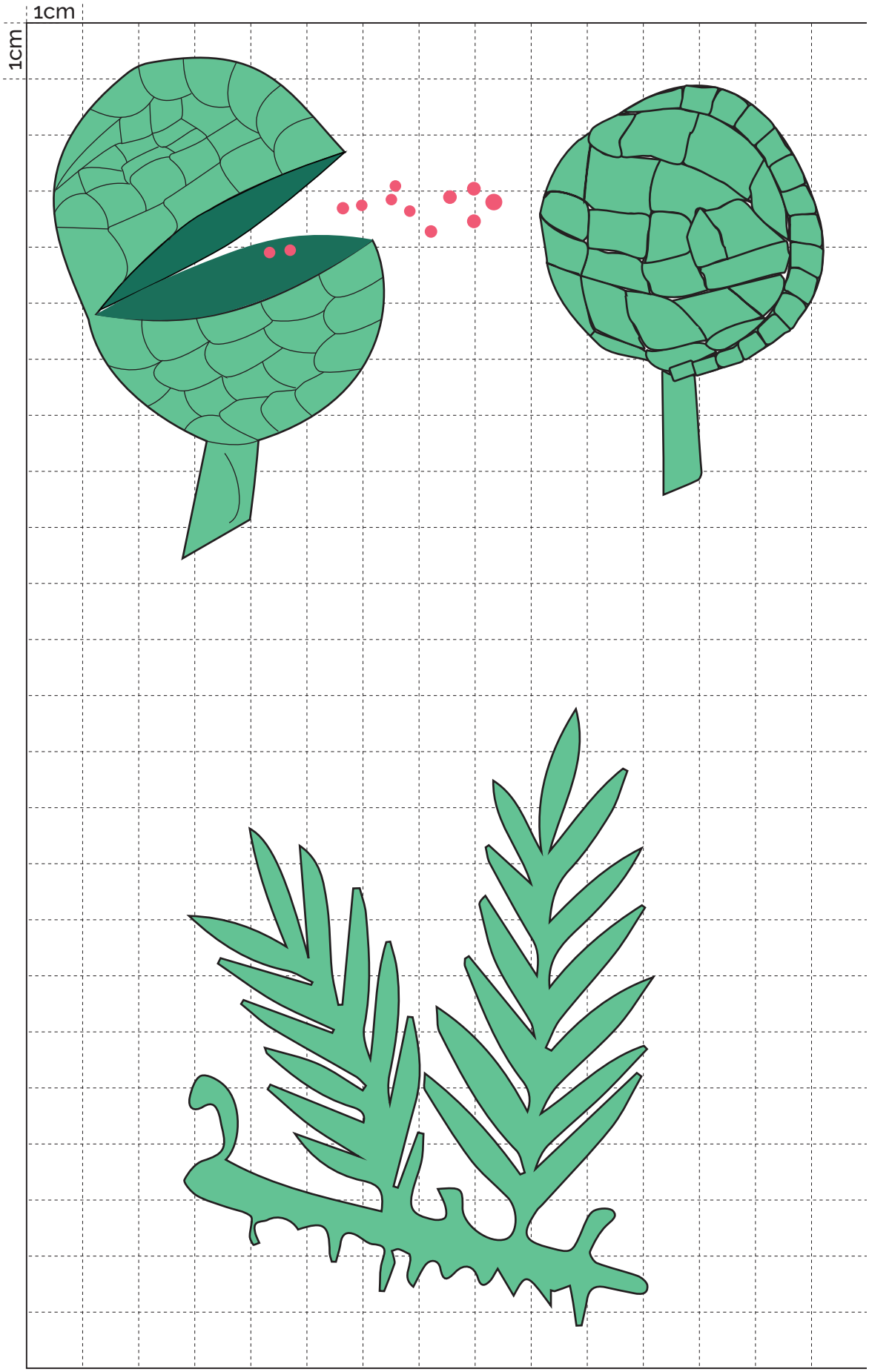
APÊNDICE 2.1

SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DA SAMAMBAIA





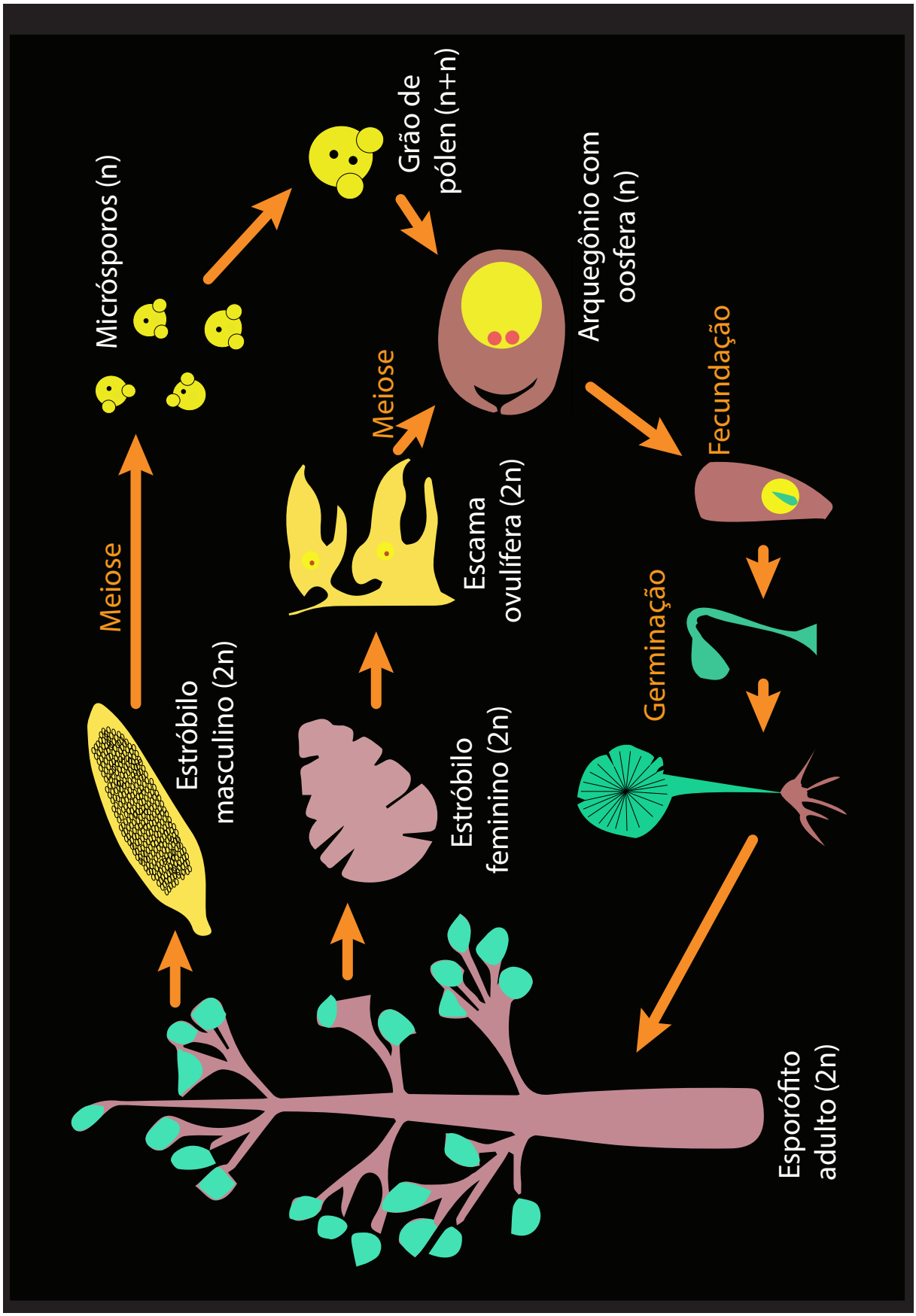
SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DA SAMAMBAIA

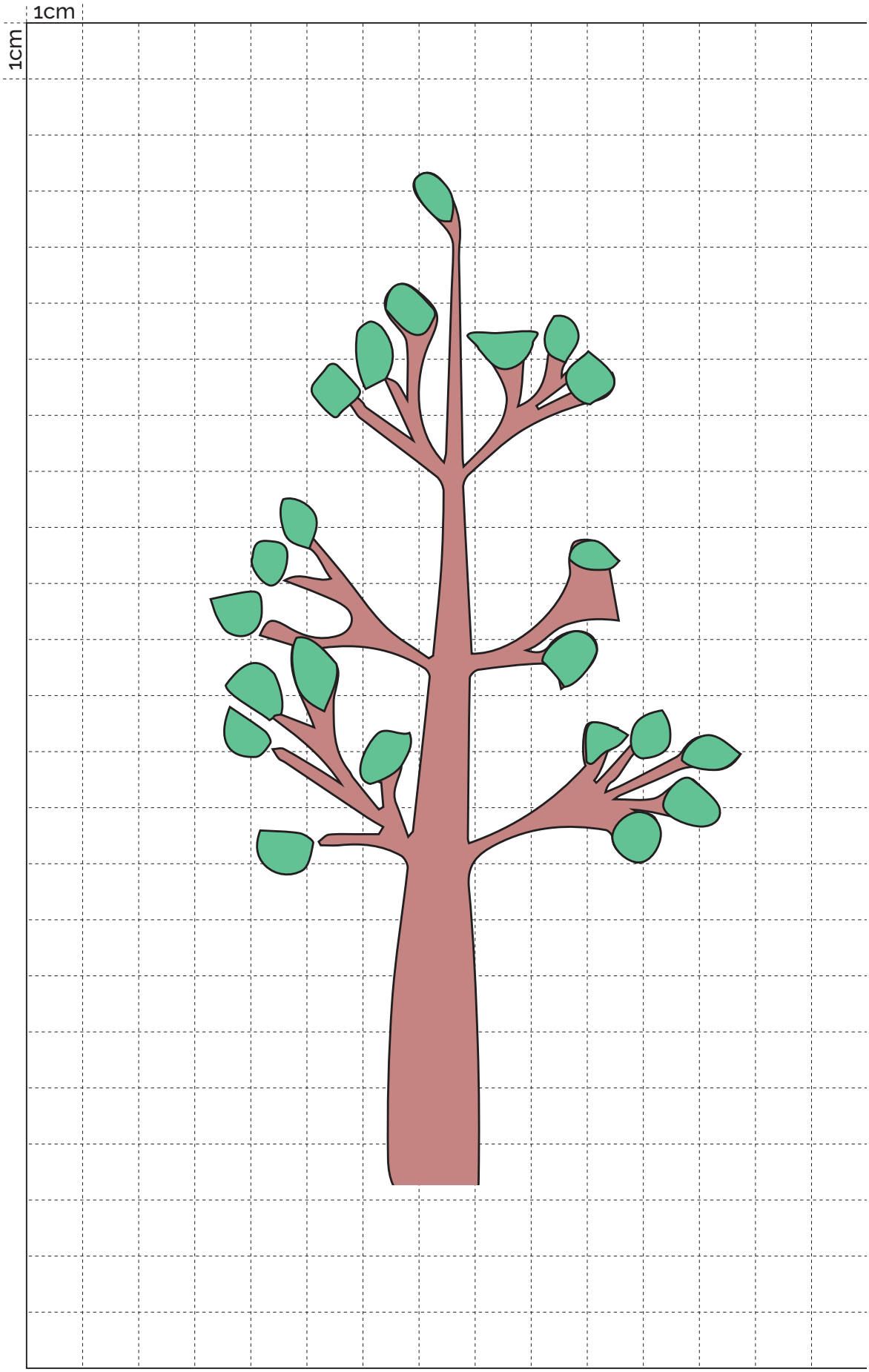


SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DA SAMAMBAIA

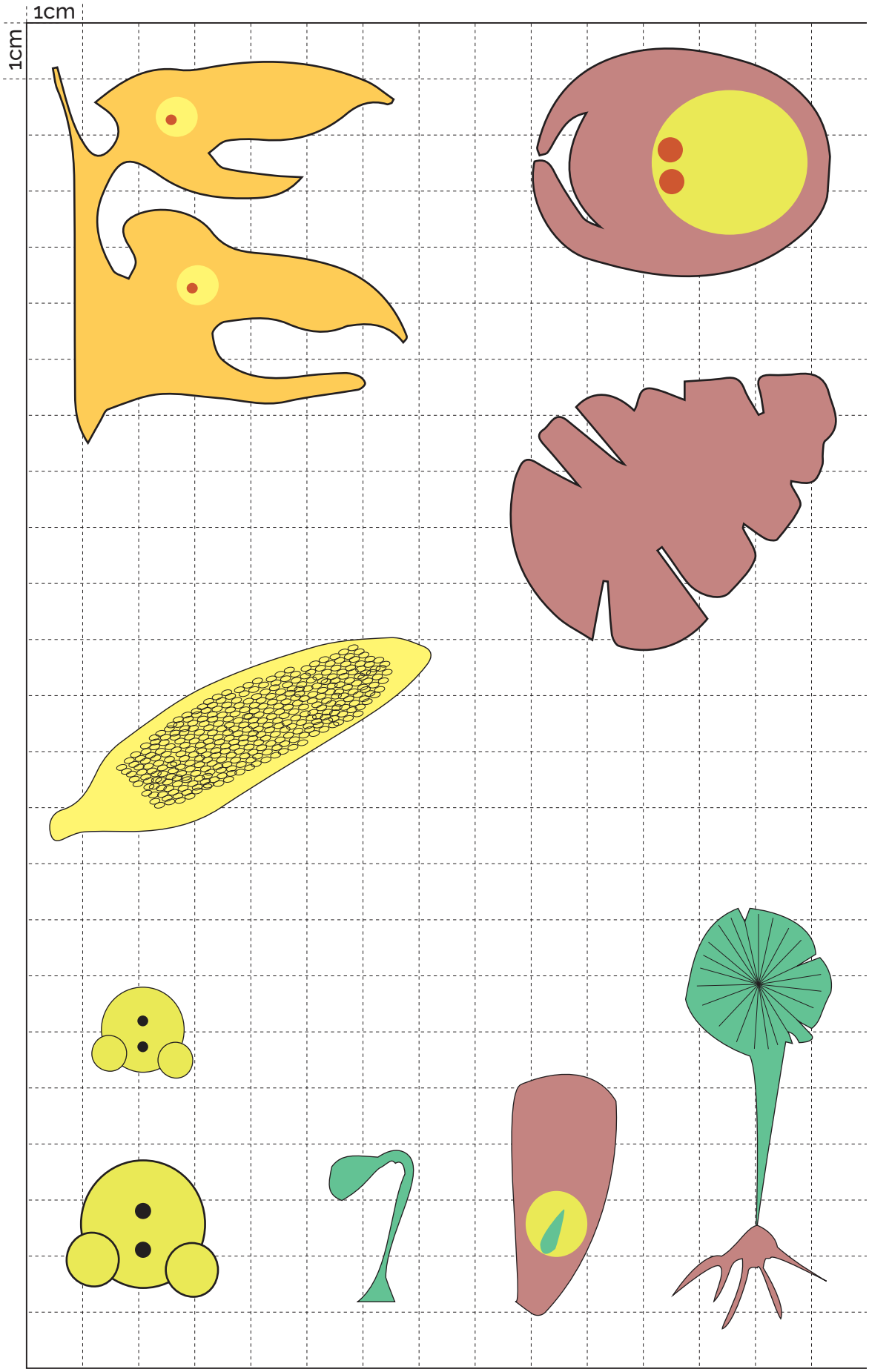
SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DE GIMNOSPERMA

APÊNDICE 2.2





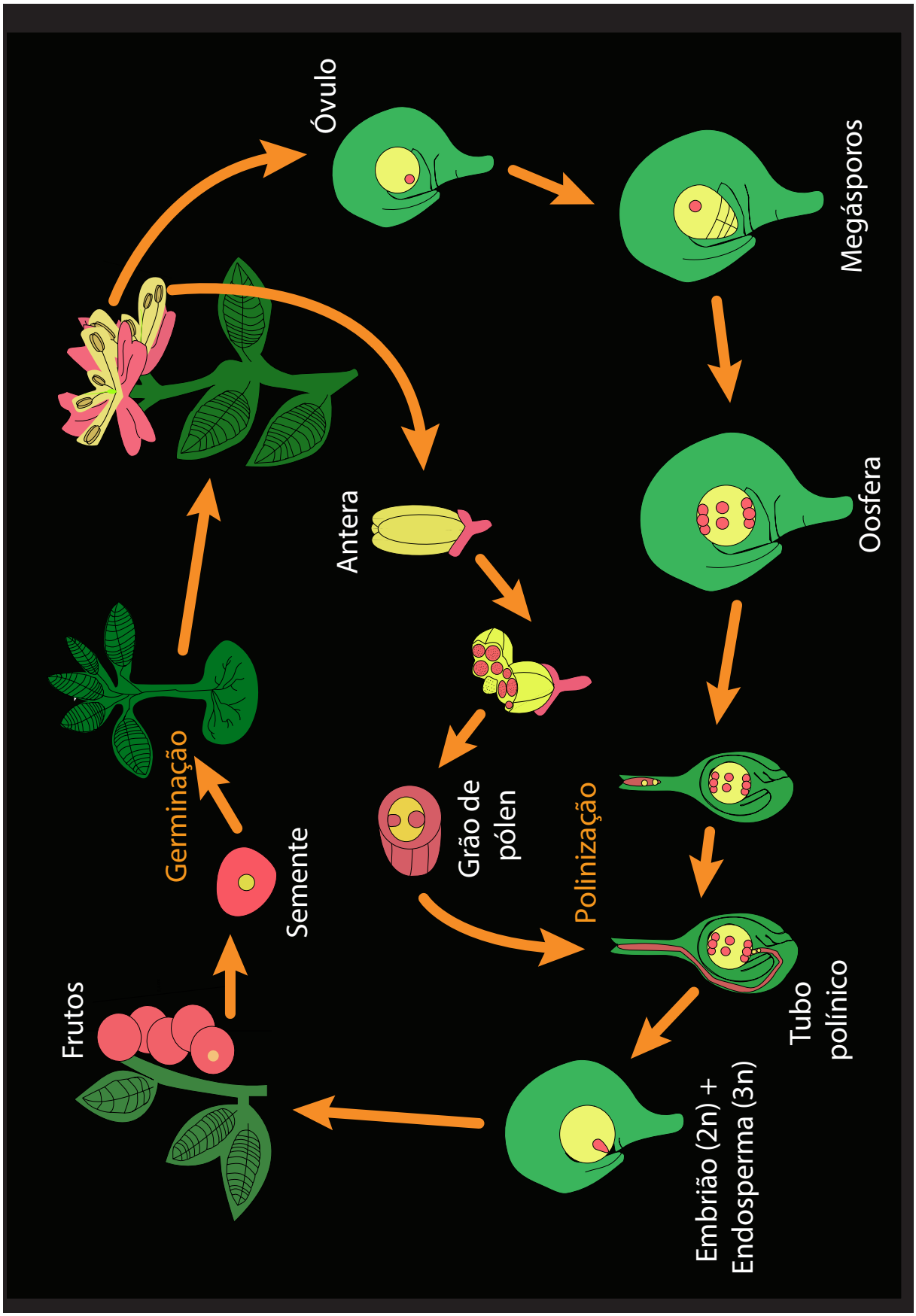
SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DE GIMNOSPERMA

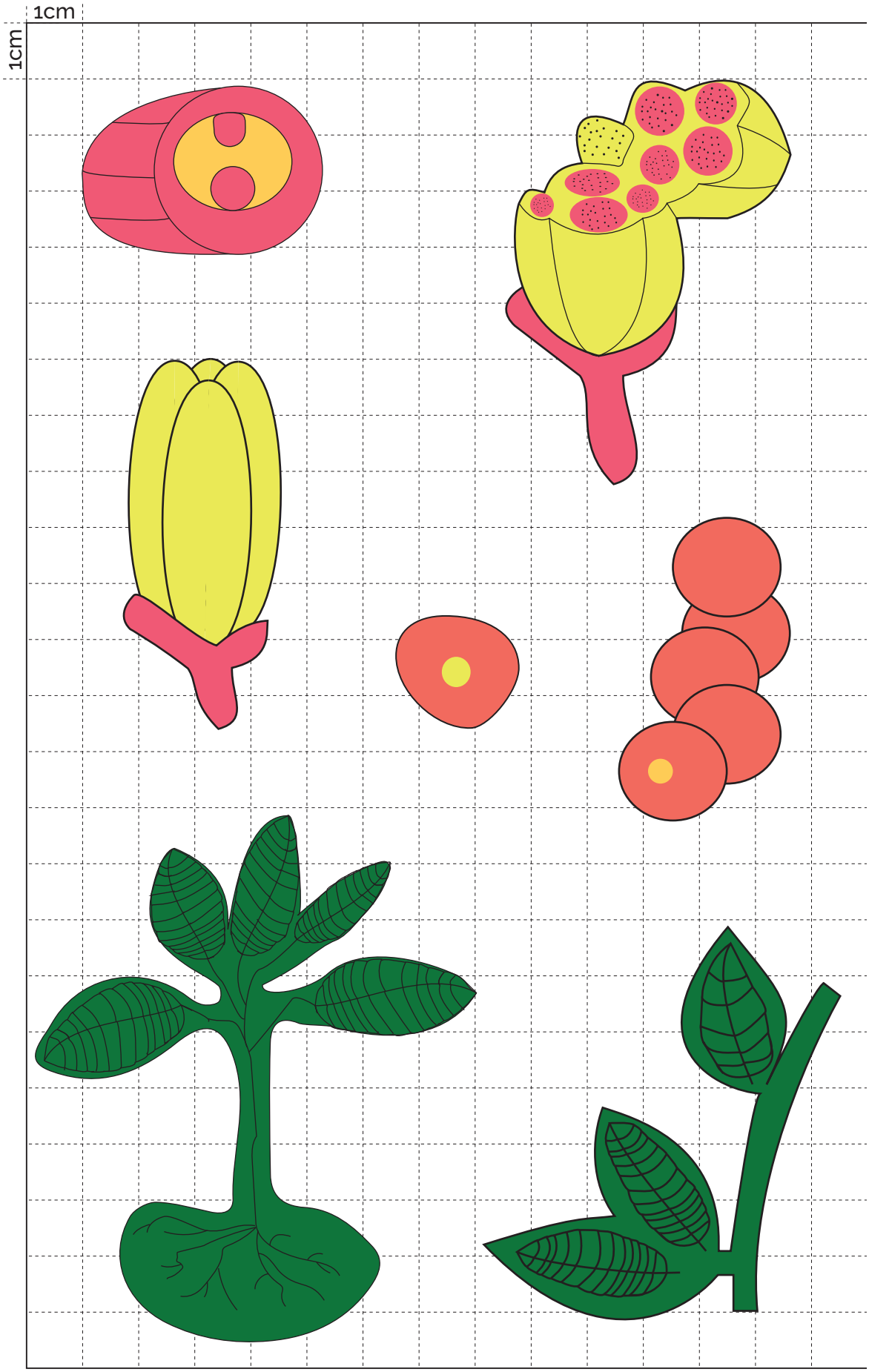


SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DE GIMNOSPERMA

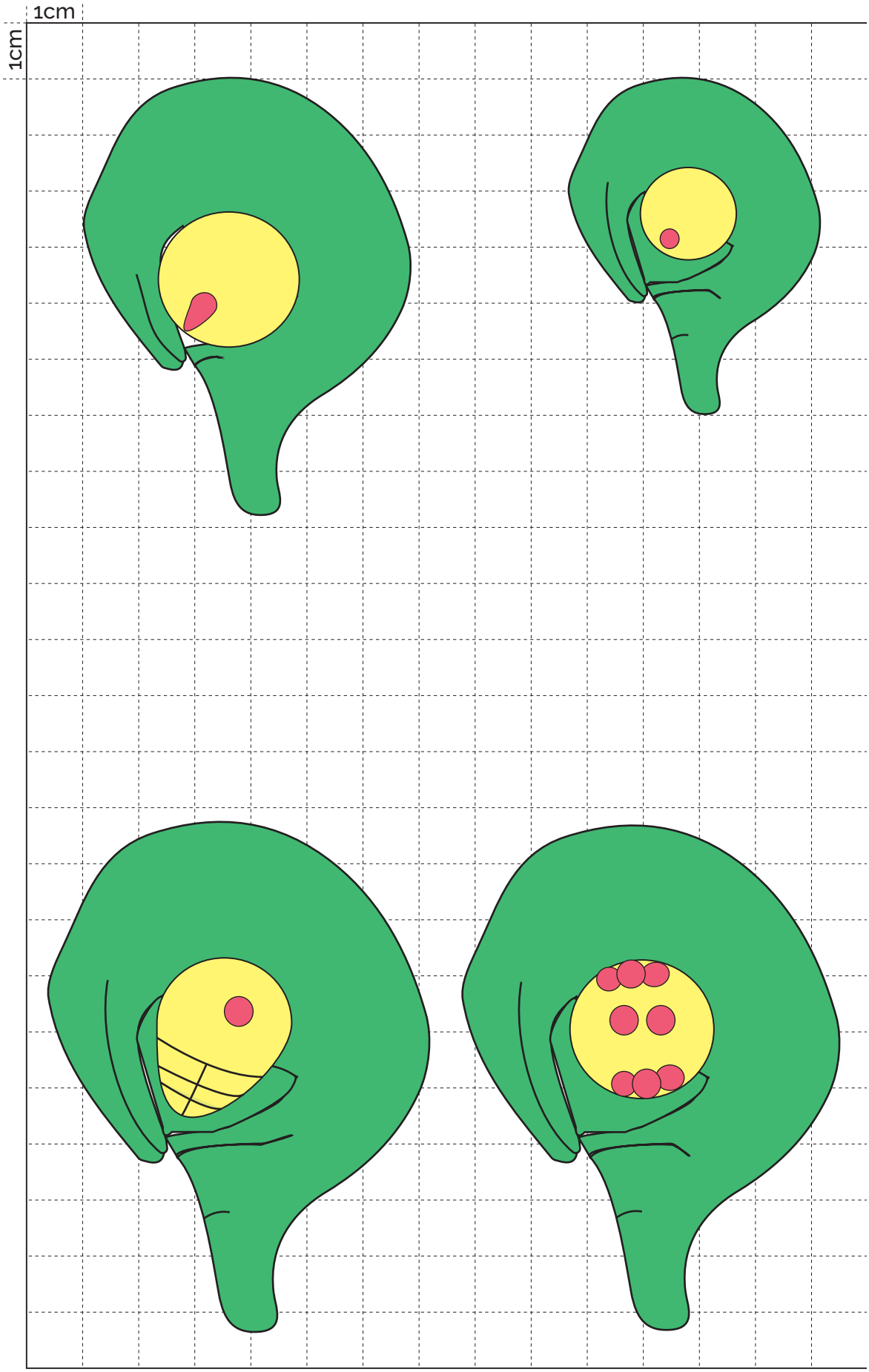
APÊNDICE 2.3

SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DA CEREJEIRA

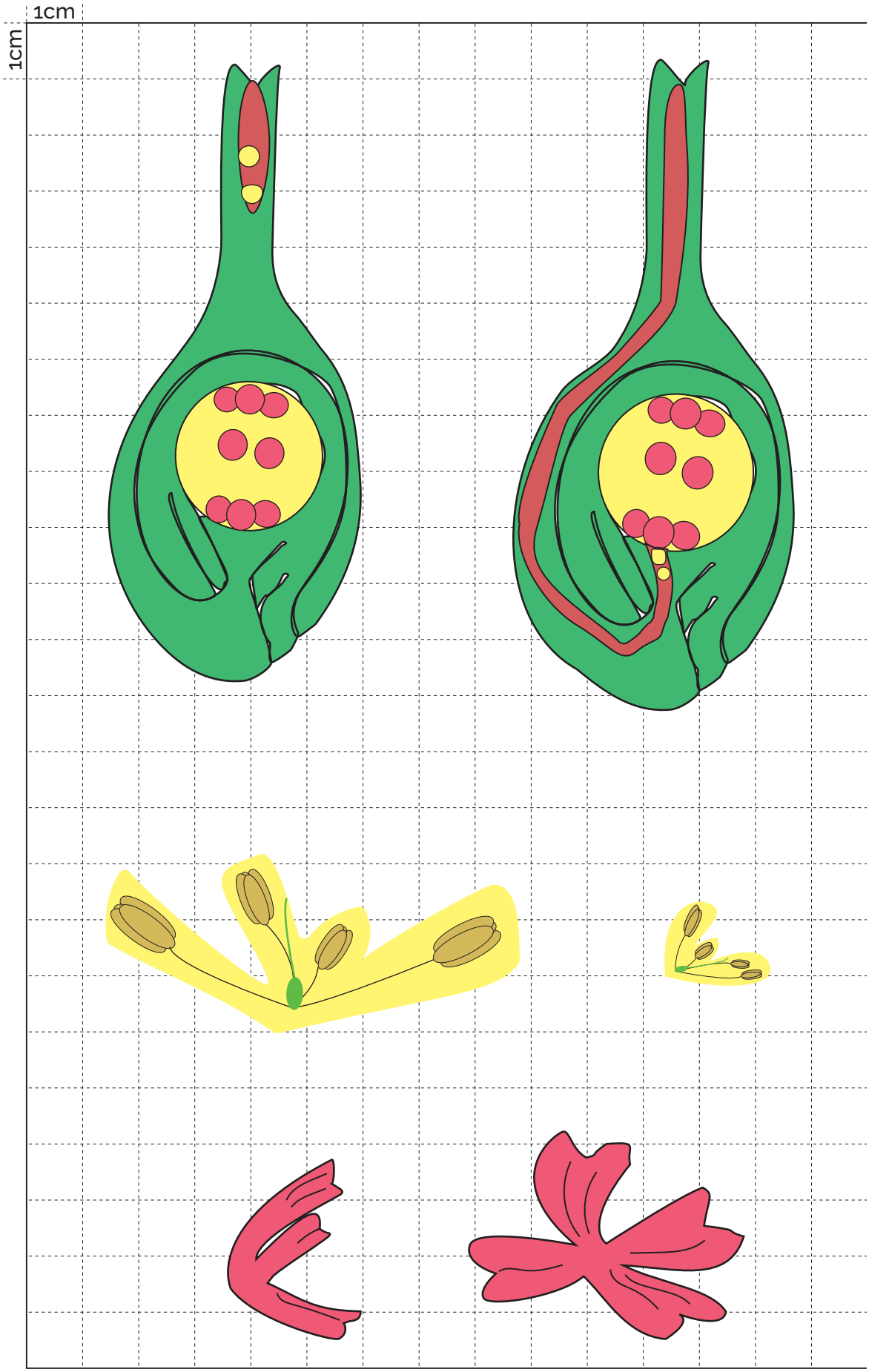




SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DA CEREJEIRA



SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DA CEREJEIRA



SUGESTÃO DE ESQUEMA PRODUZIDO EM EVA PARA O CICLO DE VIDA DA CEREJEIRA

GLOSSÁRIO

ALTERNÂNCIA DE GERAÇÕES	Processo de reprodução em que, em uma mesma espécie, existem indivíduos com diferentes ploidias que se alternam a cada geração. Ocorre ao longo deste processo, ora reprodução sexuada, ora reprodução assexuada.
ANDROCEU	Estrutura masculina reprodutiva da flor, composta pelos estames.
CAPACITISMO	Termo usado para descrever discriminação de pessoas com deficiência, baseada em construções sociais do "normal".
CAPILARIDADE	Propriedade física que os fluídos têm de subir ou descer por tubos muito finos.
CÁPSULA	Estrutura do esporângio sustentada por uma haste, que abriga os esporos.
COMPOSTOS NITROGENADOS	Compostos orgânicos com nitrogênio em sua composição química.
EFEITO ESTUFA	Fenômeno de aquecimento do planeta devido à retenção de calor dos raios solares pelos gases presentes na atmosfera.
ESPORÂNGIO	Estrutura reprodutiva que produz esporos.
ESPORO	Unidade de reprodução unicelular de algas, plantas e fungos. São resistentes a altas temperatura e dissecação, capazes de germinar.
ESPORÓFITO	Indivíduo ou fase 2n (diplóide) em plantas que apresentam alternância de gerações. O esporófito produz esporos.
ESTÔMATOS	Estruturas presentes na epiderme das folhas vegetais. Essas estruturas se abrem e fecham permitindo a entrada e saída de água (transpiração) e de gases, como oxigênio e gás carbônico.

ESTRÓBILO	Estrutura presente em algumas Pteridófitas e Gimnospermas composto por um número de esporófilos (escamas) dispostos em um eixo. Esporófilos carregam órgãos reprodutores, como microsporângios e megasporângios.
FECUNDAÇÃO	Processo no qual o gameta masculino penetra o gameta feminino, fertilizando-o e gerando um zigoto.
FISIOLOGIA	Estudo do funcionamento do corpo dos seres vivos, em relação as suas funções químico-metabólicas.
FLOR	Estrutura reprodutiva de angiosperma,cuja função é produzir sementes no(s) ovário(s). As peças florais tem como função atração de polinizadores a partir das cores, odor e recompensas, como néctar.
FOTOSSÍNTESE	Processo pelo qual as plantas e outros organimos fotossintetizantes transformam energia luminosa em energia química.
FRUTO	Estrutura presente em Angiospermas, que carrega a semente. O fruto pode apresentar endosperma carnoso e suculento que atrai dispersores fornecendo alimento.
GAMETÓFITO	Indivíduo ou fase n (haplóide) em plantas que apresentam alternância de gerações. O gametófito produz gametas.
GINECEU	Estrutura femina reprodutiva da flor, composta pelo pistilo: ovário, estilete e estigma.
HISTÓRIA DE VIDA	Processos biológicos dos seres vivos desde o nascimento até a morte. Envolve também crescimento (ou maturação), sobrevivência, reprodução e envelhecimento.
MEIOSE	Processo de divisão celular de organismos eucarióticos, em que as células geradas apresentam metade do número cromossômico da célula que iniciou o processo. Uma célula que entra em meiose gera quatro novas células e este processo tem duração específica para cada espécie e tipo celular.
MITOSE	Processo de divisão celular de organismos eucarióticos, em que as células geradas apresentam o número cromossômico idêntico ao da célula que iniciou o processo. Uma célula que entra em mitose gera duas novas células e este processo tem duração específica para cada espécie e tipo celular.
MORFOLOGIA	Estudo do formato e disposição de estruturas que compõem o corpo de um ser vivo.
NICHO ECOLÓGICO	Conceito multidimensional de variáveis ambientais que são únicas para cada espécie. Tais variáveis consistem no habitat, nas condições ambientais necessárias para sobrevivência e reprodução, na resposta a mudanças em fatores limitantes e no conjunto de relações ecológicas com o meio abiótico e outros seres vivos.

NUTRIÇÃO VEGETAL	Produção e absorção de nutrientes inorgânicos essenciais.
ONTOGÊNESE	Origem e desenvolvimento de um organismo desde a fertilização até que atinja a maturidade. Também utilizado para o estudo do desenvolvimento do organismo na fase embrionária.
PLOIDIA	Número de tipos cromossomos que existem em uma típica célula de determinada espécie. A representação da ploidia de uma espécie se dá pela letra n. Se um indivíduo apresentar um conjunto de cromossomos, ele é considerado haplóide (n). Se apresentar 2 conjuntos, diplóide (2n). Se apresentar 3 conjuntos, triploide (3n). E assim por diante.
PRESSÃO	Força exercida pelo ar sobre a superfície do líquido.
RAIZ ESCORA	Raízes adventícias que se originam nos ramos com a função de dar suporte a planta.
RAIZ RESPIRATÓRIA	Presentes em plantas que crescem em solos lodosos com baixo nível de oxigênio. Crescem em direção a superfície para realizarem trocas gasosas.
RAIZ TABULAR	Raízes achatadas que desenvolvem-se junto a base do troco promovendo maior base e consequnetemente estabilização da árvore.
RAIZ TUBEROSA	Raízes dilatadas que desenvolvem-se como estruturas de reservas. O acúmulo de substâncias pode ocorrer na raiz principal ou nas raizes laterais.
SEMENTE	Estrutura presente em Gimnospermas e Angiospermas. É o óvulo maduro já fecundado que carrega o embrião.
SORO	Estruturas derivadas da folha, presentes em Pteridófitas que abrigam esporângios.
SUBSTÂNCIAS MINERAIS	Composto sólido e inorgânico.
VANTAGEM ADAPTATIVA	Características genéticas e fenotípicas que tornam organismos mais aptos a desenvolver determinadas funções (metabólicas, reprodutivas e físicas) em relação a outros organismos, conferindo-lhes alguma vantagem ecológica.

ESTE LIVRO POSSUI A LICENÇA CREATIVE COMMONS DE ATRIBUIÇÃO - NÃO COMERCIAL 4.0 INTERNACIONAL (CC BY-NC 4.0)

AO REPRODUZIR ESTE CONTEÚDO, VOCÊ DEVE DAR O CRÉDITO APROPRIADO AOS AUTORES, PROVER UM LINK PARA A LICENÇA E INDICAR SE MUDANÇAS FORAM FEITAS. VOCÊ DEVE FAZÊ-LO EM QUALQUER CIRCUNSTÂNCIA RAZOÁVEL, MAS DE NENHUMA MANEIRA QUE SUGIRA QUE O LICENCIANTE APOIA VOCÊ OU O SEU USO.

VOCÊ NÃO PODE USAR O MATERIAL PARA FINS COMERCIAIS.

PARA VER UMA CÓPIA DESSA LICENÇA VISITE HTTPS://CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY-NC/4.0/DEED.PT_BR